


В. А. Зеленский
Б. П. Хромой

# Бытовые электронные автоматы

Издательство «Радио и связь»




Основана в 1947 году
Выпуск 1120

В. А. Зеленский
Б. П. Хромой

# Бытовые электронные автоматы



Москва
«Радио и связь» 1989

ББК 32.844
З-48
УДК [621.38:64]:001.92

Редакционная коллегия:
*Б. Г. Белкин, С. А. Бирюков, В. Г. Борисов, В. М. Бондаренко, Е. Н. Геништа, А. В. Гороховский, С. А. Ельяшкевич, И. П. Жеребцов, В. Г. Корольков, В. Т. Поляков, А. Д. Смирнов, Ф. И. Тарасов, О. П. Фролов, Ю. Л. Хотунцев, Н. И. Чистяков*

Рецензент *Б. С. Иванов*

**Зеленский В. А., Хромой Б. П.**
З-48 Бытовые электронные автоматы. — М.: Радио и связь, 1989. — 72 с.: ил. — (Массовая радиобиблиотека; Вып. 1120).

**ISBN 5-256-00072-1.**

Описываются разные по сложности самодельные электронные автоматы для использования в быту: таймеры; электронные замки; включатели; охранное устройство; автоматы для экономии электроэнергии, фотопечати, включения и выключения электро- и радиоприборов по заданной программе.
Для широкого круга радиолюбителей.

**З** $\frac{2402020000-132}{046(01)-89}$ **КБ—27—7—87** **ББК 32.844**

**Научно-популярное издание**

**Массовая радиобиблиотека. Вып. 1120**

ЗЕЛЕНСКИЙ ВАЛЕРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, ХРОМОЙ БОРИС ПЕТРОВИЧ

БЫТОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ АВТОМАТЫ

Руководитель группы МРБ И. Н. Суслова. Научный редактор В. Г. Борисов.
Редактор И. Н. Суслова. Художественный редактор Н. С. Шенн
Обложка художника А. С. Дзуцева. Технический редактор Т. Н. Зыкина.
Корректор Н. Л. Жукова

**ИБ № 1257**

Сдано в набор 09.10.87 Подписано в печать 12.05.89
Т 10142 Формат 60×90 1/16 Бумага газетная Гарнитура литературная
Печать высокая Усл. печ. л. 4,5 Усл. кр.-отт. 4,75 Уч.-изд. л. 5,95
Доп. тираж 200 000 экз. Изд. № 21293/955 Зак. № 549 Цена 45 коп.

Издательство «Радио и связь» 101000 Москва, Почтамт, а/я 693 (отв. за выпуск «Прейскурантиздат»)
Типография издательства «Прейскурантиздат»
125438 г. Москва, Пакгаузное шоссе, д. 1

*ISBN* 5-256-00072-1

© Издательство «Радио и связь», 1988

## Предисловие

Одним из путей улучшения обеспечения населения различными видами услуг является повсеместное внедрение автоматов — как на производстве, так и в быту. Автоматизация и роботизация различных производственных и бытовых процессов — одно из главных направлений народного хозяйства на ближайшие годы. В последнее время появилось много самодельных автоматов, выполненных различными авторами. Такие автоматы позволяют беречь наше время, экономить электроэнергию, в значительной степени облегчают наши повседневные заботы, повышая тем самым комфортность нашей жизни, создавая определенный уют в доме.

Развитие микроэлектроники позволило создать ряд автоматов, имеющих малые массу и габариты, потребляющих ничтожное количество электроэнергии и одновременно в значительной степени способных облегчить наш быт.

Некоторые из таких типовых автоматов, доступные для изготовления радиолюбителями средней квалификации, нашли место в настоящей книге. Большое внимание уделено описанию электрических часов и некоторым рекомендациям по расширению их функциональных возможностей, так как электрические часы являются неотъемлемой частью любого рода автоматов.

Учитывая, что нам постоянно приходится пользоваться замками и ключами (это приводит к тому, что некоторым людям приходится носить с собой буквально связку ключей), особое место в книге отведено вопросам применения электронных ключей, т. е. таких ключей, которые можно не носить с собой постоянно, а сохранять в памяти только код (или секрет замка). Особенно это удобно в тех случаях, когда требуется наличие довольно большого числа одинаковых ключей. Электронная «начинка» замков позволяет получить довольно высокую степень «секретности» и ряд дополнительных удобств, например возможность вручную либо автоматически по заданной программе менять код замков. Определенный интерес может представлять собой и автоматизация использования осветительных и электронагревательных приборов.

Описанные в книге автоматы подобраны таким образом, чтобы радиолюбитель средней квалификации смог на их базе составлять различные комбинации, создавая новые автоматы, обладающие качественно новыми возможностями, либо постепенно приближаться к созданию бытового, унифицированного, многоцелевого автомата-робота. Большинство бытовых автоматов, вошедших в книгу, с успехом может быть использовано как в производстве, так и в учебном процессе.

# АВТОМАТ ВКЛЮЧЕНИЯ И ВЫКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕКТРО- И РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ПО ЗАДАННОЙ ПРОГРАММЕ

В быту часто приходится сталкиваться с задачей своевременного включения или выключения на определенное время тех или иных электро- или радиоприборов, причем, нередко это требуется делать без участия человека.

Представьте такую ситуацию. У вас дома есть видеомагнитофон и телевизор. Но во время интересующей вас телевизионной передачи, например учебной, дома никого нет. Как быть? Может выручить электронный автомат. В определенное время он включит телевизор и видеомагнитофон, запишет на магнитную ленту необходимую вам передачу, после чего выключит аппаратуру. В удобное для вас время можно включить вручную или с помощью того же автомата видеомагнитофон и телевизор и не торопясь посмотреть записанную передачу. Естественно, что все команды на включение и выключение заранее вводятся в программу работы (или память) автомата.

Немного фантазии, и вот уже автомат в нужное время открывает форточку, чтобы проветривать помещение, включает и выключает электроплитку, подогревая завтрак, выполняет функцию будильника, в определенное время включает магнитофон и вашим же голосом напомнит сынишке, что пора гулять.

Из всего этого следует, что автомат должен «уметь» следить одновременно за несколькими процессами, т е иметь несколько каналов управления, а также несколько выходов, причем, выходы должны быть силовыми, т. е. обеспечивать коммутацию относительно больших токов и напряжений Вариантов построения подобных автоматов может быть много. Кратко рассмотрим для примера три возможных из них.

Автомат можно рассматривать как простой набор или совокупность нескольких идентичных автоматов-таймеров, каждый из которых выполняет только свою функцию, например обслуживает только магнитофон, только телевизор и т. д. Это так называемый многотаймерный вариант автомата. Можно строить автомат как совокупность ограниченного числа унифицированных таймерных устройств. И, наконец, можно создать автомат, содержащий всего одно таймерное устройство, которое будет управлять работой всех выходов по заранее заданным программам, к тому же всего с одним общим пультом управления и индикации.

Радиолюбитель-конструктор может выбрать свой вариант построения электронного автомата. Вероятно, радиолюбителям, еще не имеющим опыта постройки подобных устройств, следует пойти по первому варианту, как наиболее простому, опытным радиолюбителям — по третьему, а для основной массы радиолюбителей более целесообразным представляется второй вариант. Однако при выборе варианта построения таймерного устройства необходимо учитывать

и пространственное расположение тех исполнительных устройств, работой которых оно будет управлять. Если все исполнительные устройства расположены компактно (например, в одном месте квартиры), то целесообразно иметь одно унифицированное таймерное устройство (УТУ) с несколькими управляемыми выходами. При этом каждое исполнительное устройство (или группу их) подключают к определенной розетке УТУ. Если же исполнительные устройства рассредоточены по квартире, например магнитофон в одной комнате, радиоприемник — в другой, то в таком случае наиболее рациональным будет способ установки одновыходного УТУ в непосредственной близости от каждого исполнительного устройства, которое включается в свое УТУ обычным шнуром питания. При таком варианте каждая розетка будет оснащена УТУ.

Как видно из изложенного, число УТУ и их тип (число регулируемых выходов) зависят от конкретных условий квартиры и должны выбираться радиолюбителем самостоятельно исходя из простоты и удобств в обращении с автоматом и, конечно, с учетом типа, числа и размещения в квартире различных исполнительных устройств.

Вполне вероятно, что автомат при любом варианте построения должен содержать образцовые электронные часы (ОЭЧ), отсчитывающие текущее время с определенной точностью. Число таких часов может быть различным. Часы могут быть в каждом УТУ. Но можно использовать одни часы на всю квартиру с разветвленной сетью индикаторов. Наиболее рациональным представляется вариант, когда в квартире одни образцовые часы, обеспечивающие высокую точность хода, а сигнал секундных импульсов образцовых часов разводится по всей квартире самостоятельным проводом (например, типа ТРПК), и подается по всем индивидуальным часам УТУ. В результате такого построения сети времени все устройства квартиры будут работать синхронно, по единому времени. При этом каждое УТУ будет оснащено аналогичными часами, но без генераторов тактовых импульсов. В них функцию генератора будут выполнять секундные импульсы, поступающие от образцовых часов по проводам. На первом этапе конструирования автомата число УТУ целесообразно выбирать равным 5. Каждое таймерное устройство оканчивается стандартной сетевой розеткой, рассчитанной на напряжение 220 В и максимальный ток нагрузки 6 А. Структурная схема такого автомата показана на рис. 1. Каждое УТУ имеет свои платы управления (ПУ) и индикации (ПИ). В принципе, может быть одна ПУ и одна ПИ на все УТУ с соответствующим набором кнопок. Нажав первую кнопку на ПУ, мы тем самым подключаем эту плату к УТУ1, нажатием второй кнопки — к УТУ2 и т. д. Такой вариант более экономичен, но менее удобен в эксплуатации: увеличивается время на выяснение, по какой программе работает каждое

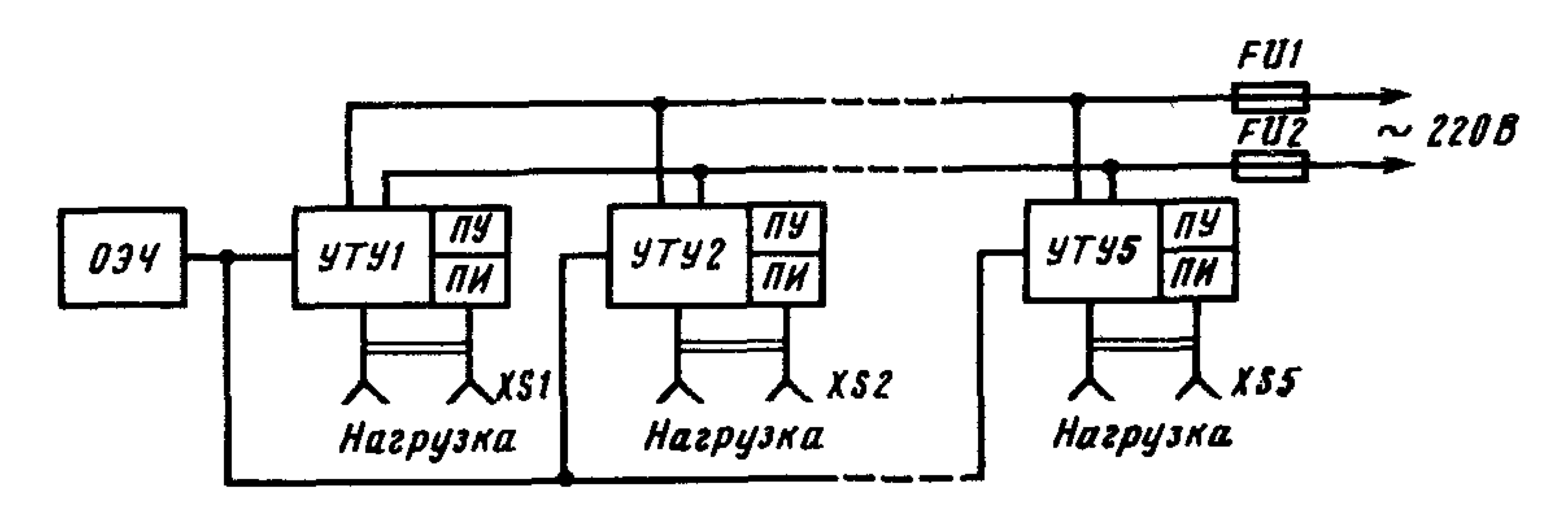



Рис. 1. Структурная схема автомата, работающего по заданной программе

УТУ. Построение автомата по структурной схеме рис. 2 предпочтительнее, та как облегчается контроль за его работой: достаточно взглянуть на табло П соответствующего УТУ, чтобы понять, в каком режиме оно работает. Сама ж плата индикации может иметь от одного до трех индикаторов, позволяющих по казывать время начала, конца и продолжительность выполняемой операции. Ес ли в УТУ один индикатор, то к нему необходимо предусмотреть три кнопки позволяющие получать эту информацию При нажатии на одну из них инди катор показывает время начала определенного режима, при нажатии на вто рую — время окончания этого режима, при нажатии на третью — продолжи тельность режима (либо время, оставшееся до конца режима).

Радиолюбитель по своему желанию может варьировать числом индикаторов и их функциями. Наиболее удобным представляется двухиндикаторный вариант с одной кнопкой на каждое УТУ. В таком случае один из индикаторов показывает время начала режима работы, второй — время конца режима. При нажатии на кнопку первый индикатор показывает текущее время.

На плате управления может быть несколько органов управления, например переключатель дня недели или числа месяца, устанавливающий требуемый день недели или месяца, переключатели часов, минут и секунд, которыми устанавливают требуемое время в часах, минутах и секундах, а также две кнопки — для установки времени начала и конца режима работы. В УТУ желательно предусмотреть сигнальную лампу накаливания для контроля за включением и выключением питания. Могут быть еще две сигнальные лампы, облегчающие работу с УТУ: одна из них, например, зеленая, станет загораться на время, когда с УТУ подано напряжение к нагрузке, а вторая, например красная, когда нагрузка обесточена. Вход УТУ и каждый выход его оснащают плавкими предохранителями или системой электронной защиты от перегрузок или короткого замыкания.

Функциональная схема автомата с системой защиты от перегрузок и сигнализацией о включении питания показана на рис. 2. Автомат состоит из четырех основных узлов: образцовых электронных часов (ОЭЧ), местных электронных часов (ЭЧ), унифицированного таймерного устройства (УТУ) и источника питания (G).

Таймерные устройства следует делать универсальными и полностью взаимозаменяемыми. При размещении их в одном месте местные электронные часы могут быть исключены. Если же УТУ предполагается разместить в разных комнатах квартиры, местные электронные часы желательно иметь возле каждого УТУ. При этом от образцовых к местным часам будут подаваться только се-

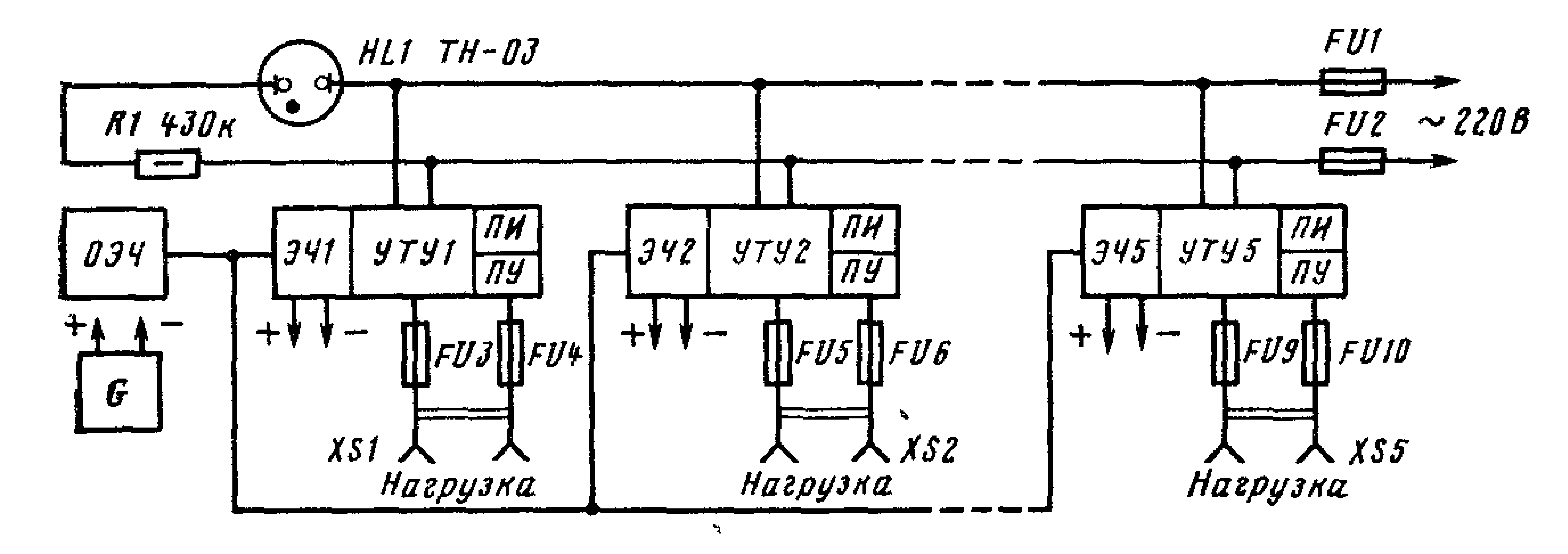



Рис. 2. Функциональная схема автомата с системой защиты от перегрузок

кундные импульсы. В результате все часы в одной квартире будут идти синхронно.

Переходим к описанию различных функциональных узлов автомата.

## Электронные часы

Итак, для автомата требуются, в общем случае, два вида электронных часов образцовые и местные. Рассмотрим некоторые особенности их построения.

В литературе описано много различных вариантов электронных часов [1, 2]. Для обеспечения достаточной для практики точности хода в тактовый генератор часов включают кварцевый резонатор, который, как известно, обладает высокой стабильностью частоты собственных колебаний и тем самым обеспечивает соответствующую стабильность хода часов.

Общая идея работы электронных часов сводится к следующему. В них есть генератор импульсов, частота которых стабилизирована кварцевым резонатором. За ним следует делитель частоты, который частоту импульсов генератора делит до частоты 1 Гц. Импульсы этой частоты используют для отсчета секунд. Частота импульсов генератора зависит от используемого в нем кварцевого резонатора, и обычно равна 32768 Гц. Вообще-то в генераторе можно использовать кварцевый резонатор на любую частоту, применив делитель частоты с коэффициентом деления, численно равным (в разах) частоте резонатора (в герцах)

На рис. 3 показана схема одного из вариантов кварцевого генератора на микросхеме К176ИЕ5. Эта микросхема содержит каскады для работы в генераторе с внешним резонатором на частоту 32 768 Гц и 15-разрядный двоичный делитель частоты. Выходной сигнал можно контролировать на выводах 11 и 12 генератора. Сигнал частотой 32 768 Гц поступает на вход 9-разрядного двоичного делителя частоты. С его выхода 9 (вывод 1) сигнал частотой 64 Гц подается на вход 10 (вывод 2) 6-разрядного делителя. На выходе 14 (вывод 4) пятого разряда этого делителя формируются импульсы частотой 2 Гц, а на выходе 15 (вывод 5) шестого — 1 Гц. Вход R (вывод 3) микросхемы служит для установки исходной фазы колебаний на выходах микросхемы. При подаче на него напряжения высокого уровня на выходах 9, 14, 15 возникает напряжение низкого уровня, а после снятия установочного уровня появляются сигналы соответствующей частоты, причем спад первого импульса положительной полярности на выходе 15 возникает через 1 с

Конденсаторы С1 и С2 служат для точной установки частоты кварцевого генератора. Наибольшая емкость первого из них может быть 20 .. 30 пФ, второго — 30 ... 1000 пФ. При увеличении емкости конденсатора С1 частота генерации уменьшается.

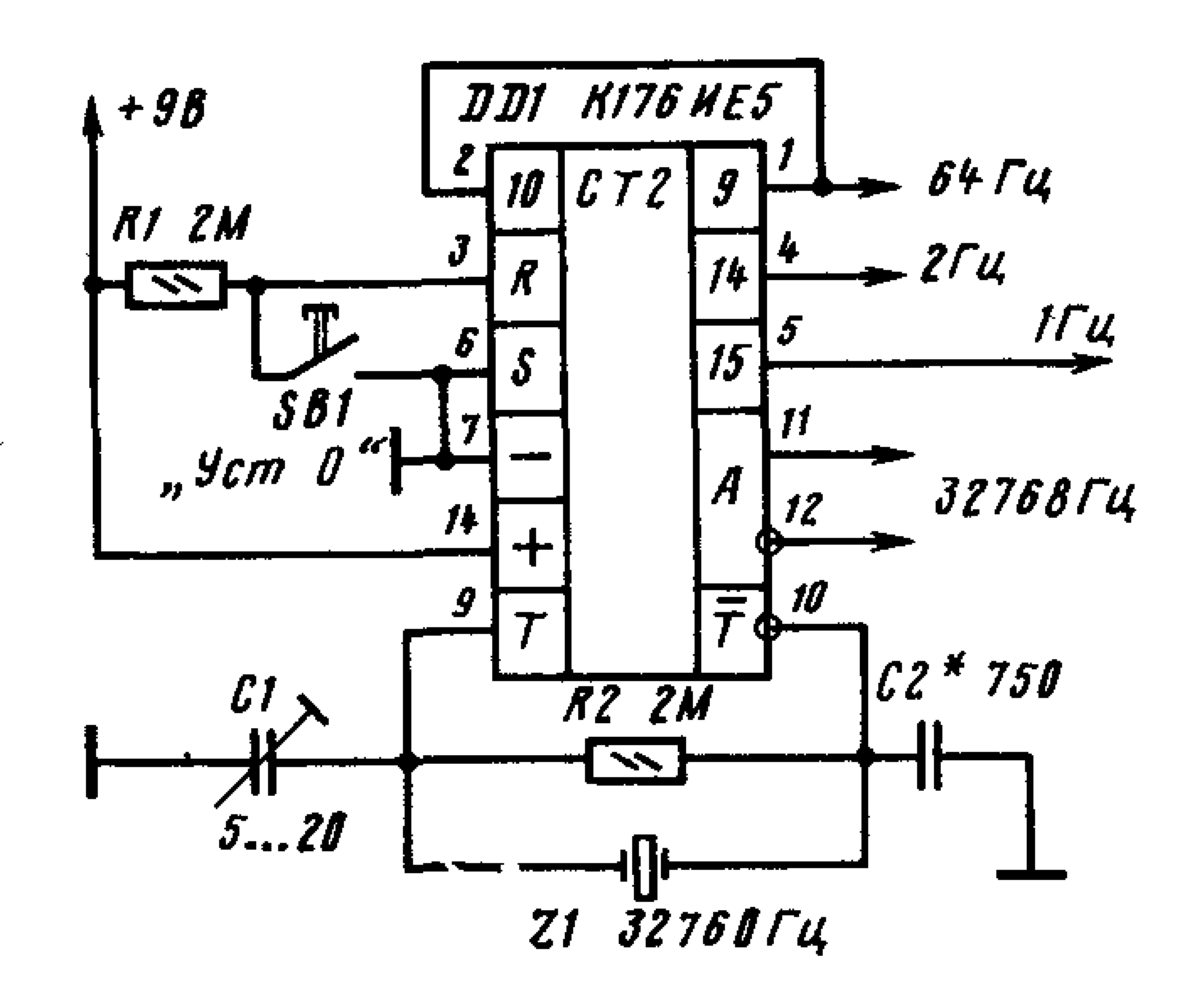



Рис 3. Принципиальная схема генератора секундных импульсов

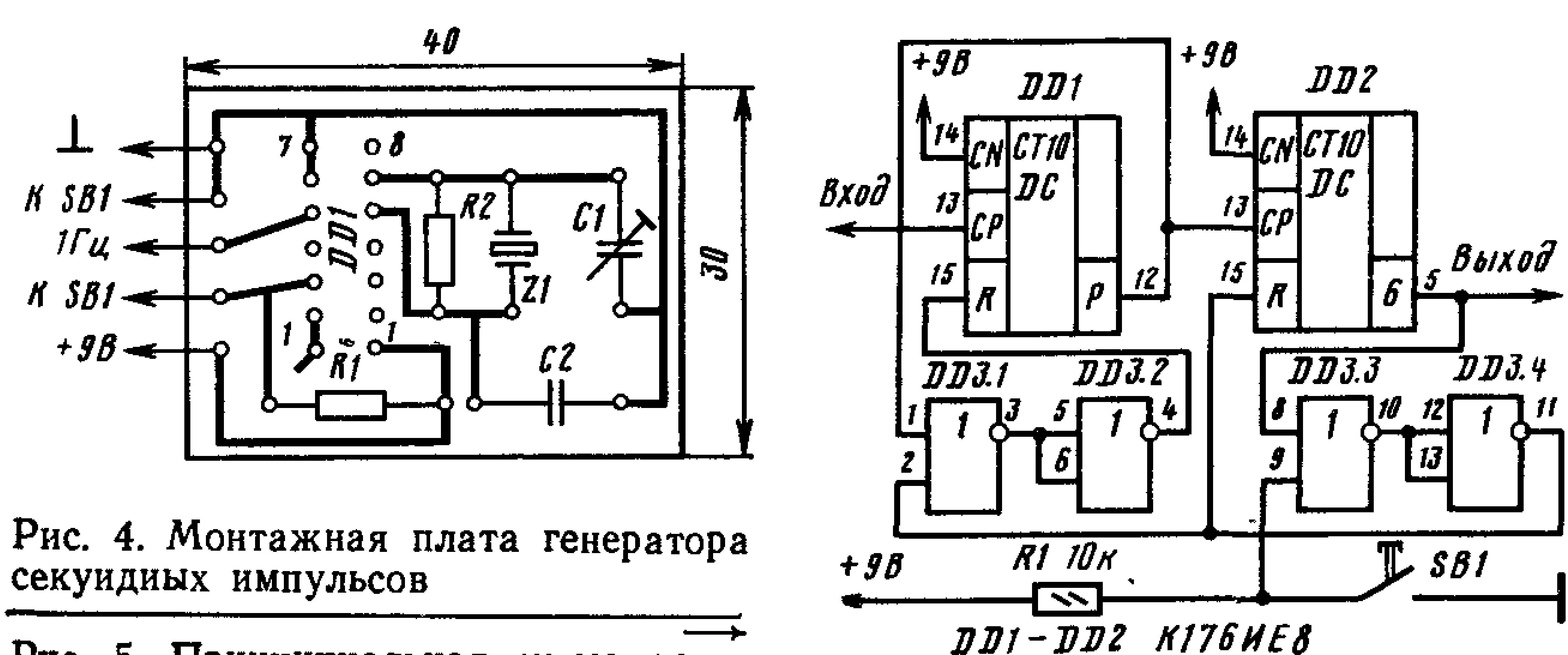



Рис. 4. Монтажная плата генератора секуидиых импульсов

Рнс. 5. Принципиальиая схема делителя на 60

На рнс. 4 показана печатная плата н схема соедннеиия деталей задающего генератора. Прн этом нмеется в виду, что кнопка SB1 «Уст. 0» выиесена за пределы этой платы.

Для запуска генератора после включеиия питаиия коитакты кнопки SB1 замыкают, а для установкн в исходное состояние — размыкают. Прн работе геиератора иа его выходе 15 (вывод 5) формируются секундные импульсы, которые нспользуют для работы электрониых часов.

Для получения минутных импульсов нз секуидных можио использовать делитель с коэффициентом деления 60, собранный, например по схеме, показаиной на рис. 5. Такой делнтель представляет собой счетчик нмпульсов, выполнеиный на микросхемах К176ИЕ8. Счетчик DD1 делнт частоту входных импульсов на 10, DD2 — на 6. Устройство работает следующим образом. В исходном состояиии, когда контакты кнопки SB1 разомкнуты, напряжение высокого уровия подается на входы R счетчиков DD1, DD2, н онн устанавлнваются в нулевое состоянне. Прн замыканин контактов кнопкн SB1 счетчик DD1, начннает считать секундные импульсы, поступающне с выхода задающего генератора (см. вывод 5 DD1 иа рис. 3). Прн первом секундном импульсе иа выводе 13 счетчнк DD1 переключается в состояние «1» и на его выводе 2 появляется напряженне высокого уровня. Второй секундный импульс переключает счетчик DD1 в состояние «2», и напряжение высокого уровня появляется иа его выводе 4, и т. д. Десятый секундный нмпульс переключает этот счетчик в состоянне «10», в результате чего на его выводе 12 возннкает напряженне высокого уровня. Одновремеино это напряженне подается на вход R, сбрасывая счетчик DD1 в нулевое состояние, и иа вывод 13 счетчика DD2, переключая его в состоянне «1» (иа выводе 2 — иапряженне высокого уровня). Такнм образом, счетчик DD2 будет считать каждый десятый импульс, поступающий на вход счетчнка DD1.

Работа счетчика DD2 аналогична работе счетчика DD1. При поступленнн шестого нмпульса на входной вывод 13 (что соответствует шестидесятому импульсу на входе счетчика DD1), счетчик DD2 переходнт в состоянне «6», напряжение высокого уровня, появляющееся на его выводе 5, подается: на вход R счетчнка DD2 через логнческне элементы DD3.3, DD3.4, н на вход R счетчнка DD1 — через элементы DD3.3, DD3.4, DD3.1 н DD3.2. Прн этом оба счетчика сбрасываются в исходное состояние, и начинается подсчет оче-

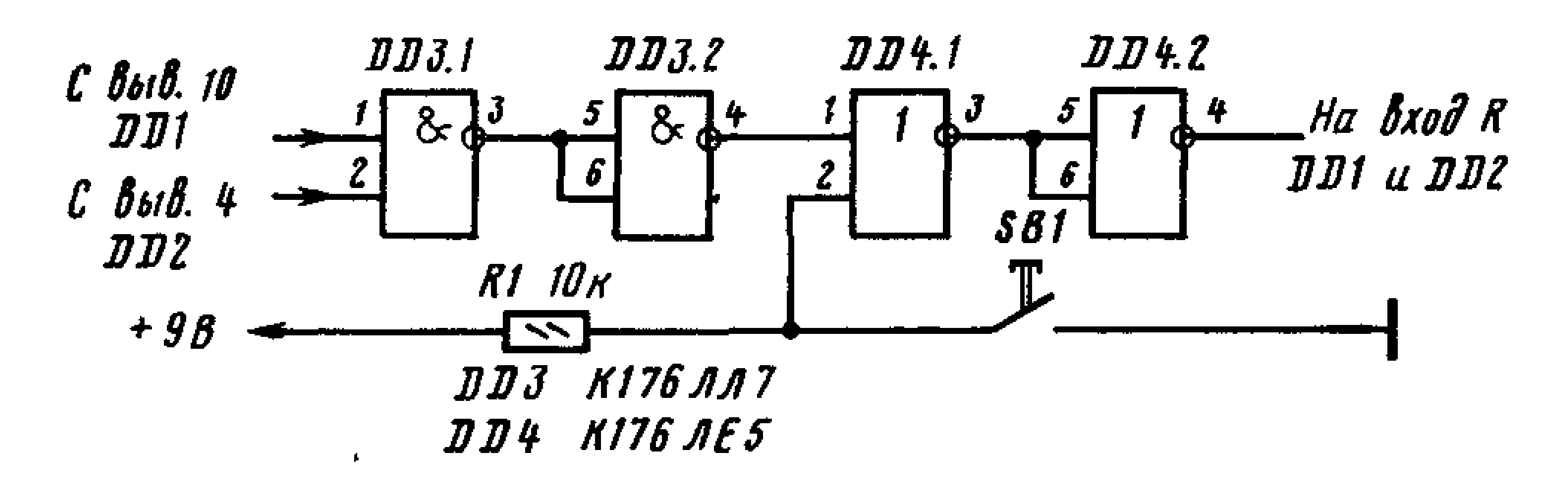



Рис. 6. Схема сброса делителя частоты

редиых шестидесяти секундных импульсов. В результате на выводе 5 счетчика DD2 получаем минутные импульсы.

Следует отметить, что используя еще один такой же делитель (по схеме рис. 5) и подавая на вход первого его счетчика DD1 минутные импульсы, на выводе 5 второго счетчика такого делителя получим часовые импульсы. Аналогичный делитель можно использовать и для получения суточных (24 часа) и месячных (30 дней) импульсов. Коэффициент деления такого делителя должен соответствовать 24 и 30. Для получения коэффициента деления, равного 24, счетчики DD1 и DD2 должны одновременно отсчитывать соответственно четыре и два импульса. Достигается это изменением способа сброса счетчиков в нулевое состояние, как показано на рис. 6. В этом случае сигналы с вывода 10 счетчика DD1 и вывода 4 счетчика DD2 одновременно подаются на входы логического элемента И, выполненного, например, на микросхеме К176ЛА7 (DD3). На выводе 4 элемента DD3.2 этой микросхемы напряжение высокого уровня появится в момент, когда счетчик DD1 отсчитает четыре, а счетчик DD2 — два импульса, что будет соответствовать двадцати четырем часовым импульсам. Этот сигнал через элементы DD4.1 и DD4.2 поступает на входы R счетчиков и сбрасывает их в нулевое состояние.

Для получения коэффициента деления, равного 30, делитель остается таким же, как делитель на 24, только на вход 1 элемента DD3.1 необходимо подать сигнал с вывода 12 счетчика DD1, а на второй вход этого элемента — с вывода 7 счетчика DD2.

Для обеспечения индикации текущего времени можно воспользоваться одним из способов, описанных в [1, 2]. Задача значительно упрощается, если для этой цели использовать микросхемы типа К176ИЕ4 и К176ИЕ3.

Считаем, что минутные и секундные импульсы получены. Однако в быту кроме визуальной желательна еще и звуковая информация о времени; например, чтобы часы периодически, либо по заданной программе подавали звуковые сигналы. В простейшем случае — это режим будильника. Например, можно сделать так, что утром за 5 мин до назначенного времени будильник дает краткий звуковой сигнал, подготавливая вас к полному просыпанию, а через 5 мин звонит в течение минуты. Это может оказаться особенно полезным несущим дежурство у постели больного, ребенка. В таких ситуациях достаточно бывает сигнала длительностью 0,1 ... 0,5 с, чтобы проснуться. Можно сделать и так, что сначала будильник станет звонить тихо, через несколько минут громче, а еще через некоторый промежуток времени очень громко, вплоть до включения «сирены».

## Сервисные часы

Такие часы обладают рядом перечисленных выше возможностей. Зададимся следующими требованиями к ним. Во-первых, часы должны работать в режиме будильника, выдавая в установленное время сигнал длительностью около 2 с в виде последовательности коротких звуковых посылок длительностью 0,25 с с такой же паузой между ними (скважность 2), а еще через минуту — 10 посылок длительностью по 2 с и скважностью 2. Опыт эксплуатации электронных часов, выпускаемых нашей промышленностью, показывает, что в режиме будильника длительность такого сигнала может быть ограничена 15 ... 30 с. Через 3 мин часы выдают звуковой сигнал длительностью посылки 0,5 с и такой же длительностью пауз между ними, а еще через 5 мин — сигнал «сирены». Число разновидностей и последовательность чередования сигналов сервисного будильника зависят от интересов и фантазии радиолюбителя.

Во-вторых, часы должны обеспечивать «бой». Например, через каждые 15 мин выдавать звуковой сигнал длительностью 0,1 с; через каждые 30 мин — звуковой сигнал в виде двух посылок длительностью по 0,5 с, а каждый час отмечать звуковым сигналом в виде посылок длительностью 2 с и такими же паузами между ними. Разумеется, что число часовых звуковых посылок должно соответствовать текущему времени. Максимальное число часовых посылок может быть 24 или 12.

В-третьих, необходимо предусмотреть возможность одиночных звуковых сигналов длительностью около 1 с через любой желаемый интервал времени, устанавливаемый на часах вручную.

При разработке сервисных часов будем исходить из того, что обычные электронные часы уже есть и они выдают импульсы, следующие через интервалы времени длительностью 1 с и 1 мин.

На рис. 7 показана схема варианта коммутатора к часам для включения по выбранной заранее программе различных звуковых сигналов или дополнительных устройств, обеспечивающих сервисные услуги будильника. Здесь четыре вида таких услуг, но их число (а значит и вид) можно изменять путем перепаек выходов счетчика К176ИЕ8 (DD3). Всего у этого счетчика 10 выходов, поэтому, в принципе, можно предусмотреть до 10 сервисных услуг.

Работа такого коммутатора сводится к следующему. На вход C (вывод 13) счетчика DD3 поступают минутные импульсы. Очередной импульс переключает счетчик в состояние, в котором он находится ровно минуту, т. е. до момента прихода следующего минутного импульса.

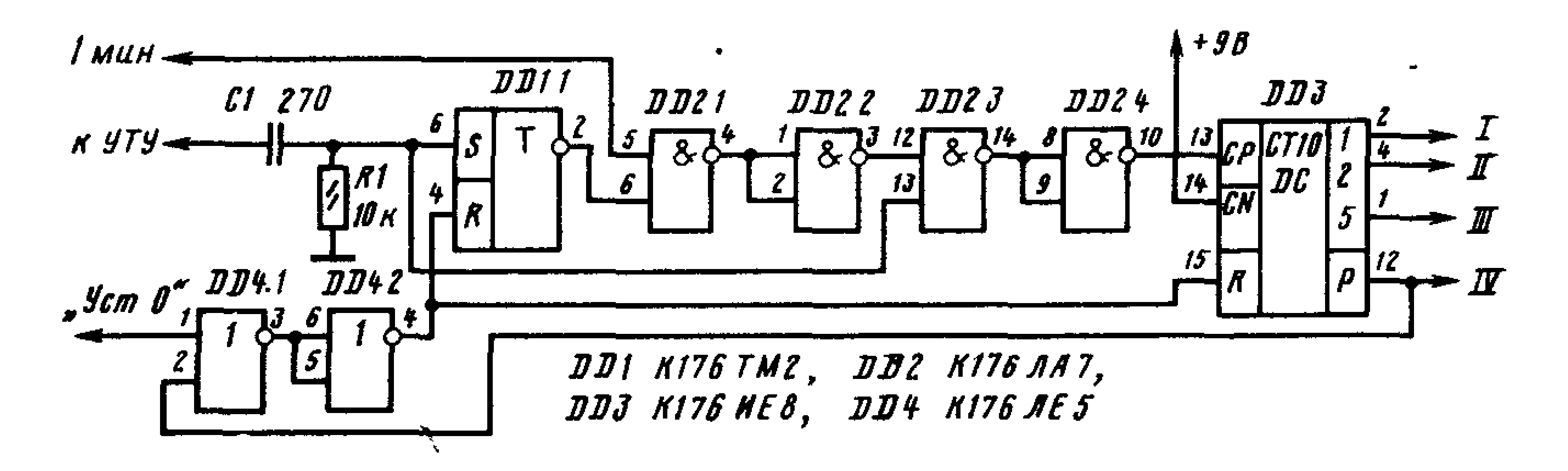



Рис. 7. Принципиальная схема коммутатора звуковых сигналов будильника

В исходном. состоянии на входы R триггера DD1.1 на микросхеме К176ТМ2 и счетчика DD3 подается напряжение высокого уровня, которое обнуляет эти микросхемы. При этом на инверсном выходе триггера DD1 появляется напряжение низкого уровня, поэтому элемент DD2.1, работающий в режиме электронного ключа, закрыт и минутные импульсы, поступающие к коммутатору от образцовых электронных часов, на вход счетчика DD3 не проходят. В таком состоянии устройство может находиться любое время. Как только текущее время совпадает с фиксированным, установленном в УТУ, от его элемента сравнения поступает напряжение высокого уровня. В первый момент импульс этого напряжения через конденсатор C1 попадает одновременно на вход S триггера DD1 и через элементы DD2.3 и DD2.4 на вход CP счетчика DD3. Триггер DD1 при этом изменяет свое состояние, и на его инверсном выходе появляется напряжение высокого уровня, которое открывает ключ DD2.1 и тем самым обеспечивает прохождение минутных импульсов на вход CP счетчика DD3. Положительное напряжение счетчик DD3 воспринимает как один импульс и переходит в состояние «1». При этом на его выходном выводе 2 появляется напряжение высокого уровня, включающее первый источник сервисного сигнала (на схеме обозначено римской цифрой I) длительностью 1 мин. Через минуту на вывод 5 ключа DD2.1 поступает от УТУ первый минутный импульс, переводящий счетчик DD3 в состояние «2». Одновременно напряжение высокого уровня на выводе 2 счетчика пропадает и появляется на его выводе 4, что выключает сервисный сигнал I и включает сигнал II длительностью 1 мин. Очередной минутный импульс на входе электронного ключа переключает счетчик DD3 в состояние «3» и выключает сигнал II. А так как к выходному выводу 7 счетчика ничего не подключено, то появление на нем напряжения высокого уровня после третьего импульса ничего в будильнике не изменит. Ничего не изменится и при четвертом минутном импульсе, когда напряжение высокого уровня появится на выводе 10 счетчика. Пятый минутный импульс, когда напряжение высокого уровня появляется на выводе 1 счетчика, выключит сигнал III, а шестой выключит его. Седьмой, восьмой и девятый импульсы «перебрасывают» напряжение высокого уровня с вывода 1 на выводы 5, 6, 9 и 11 соответственно. После десятого минутного импульса напряжение высокого уровня появится на выводе 12 счетчика и включит сигнал IV и одновременно обнулит (через элементы DD4.1 и DD4.2) все микросхемы коммутатора. С этого момента коммутатор оказывается в исходном состоянии и будет находиться в нем до тех пор, пока на его вход не поступит в очередной раз напряжение высокого уровня. А так как триггер DD1.1 обнулен, на его инверсном выходе будет напряжение низкого уровня, которое закроет ключ DD2.1 и, следовательно, минутные импульсы на вход счетчика поступать не могут.

На рис. 8 приведена схема варианта устройства, обеспечивающего формирование и выдачу сервисных сигналов I—III. В него входят четыре однотипных генератора, счетчики импульсов, транзисторный усилитель. Частота следования импульсов генератора на элементах DD1.1—DD1.3 — около 2 кГц. Генератор на микросхеме DD3 формирует импульсы длительностью 0,25 с и скважностью 2; генератор на микросхеме DD5 — импульсы длительностью 2 с и скважностью 2; генератор на микросхеме DD9 — импульсы длительностью 0,5 с и скважностью 2. Выходные сигналы коммутатора (по схеме на рис. 7) совместно с ключами DD2.1, DD2.2, DD2.3 и микросхемы DD6.1, DD6.2 обеспечивают коммутацию сигналов I—IV. Длительность сигналов I и II ограни-

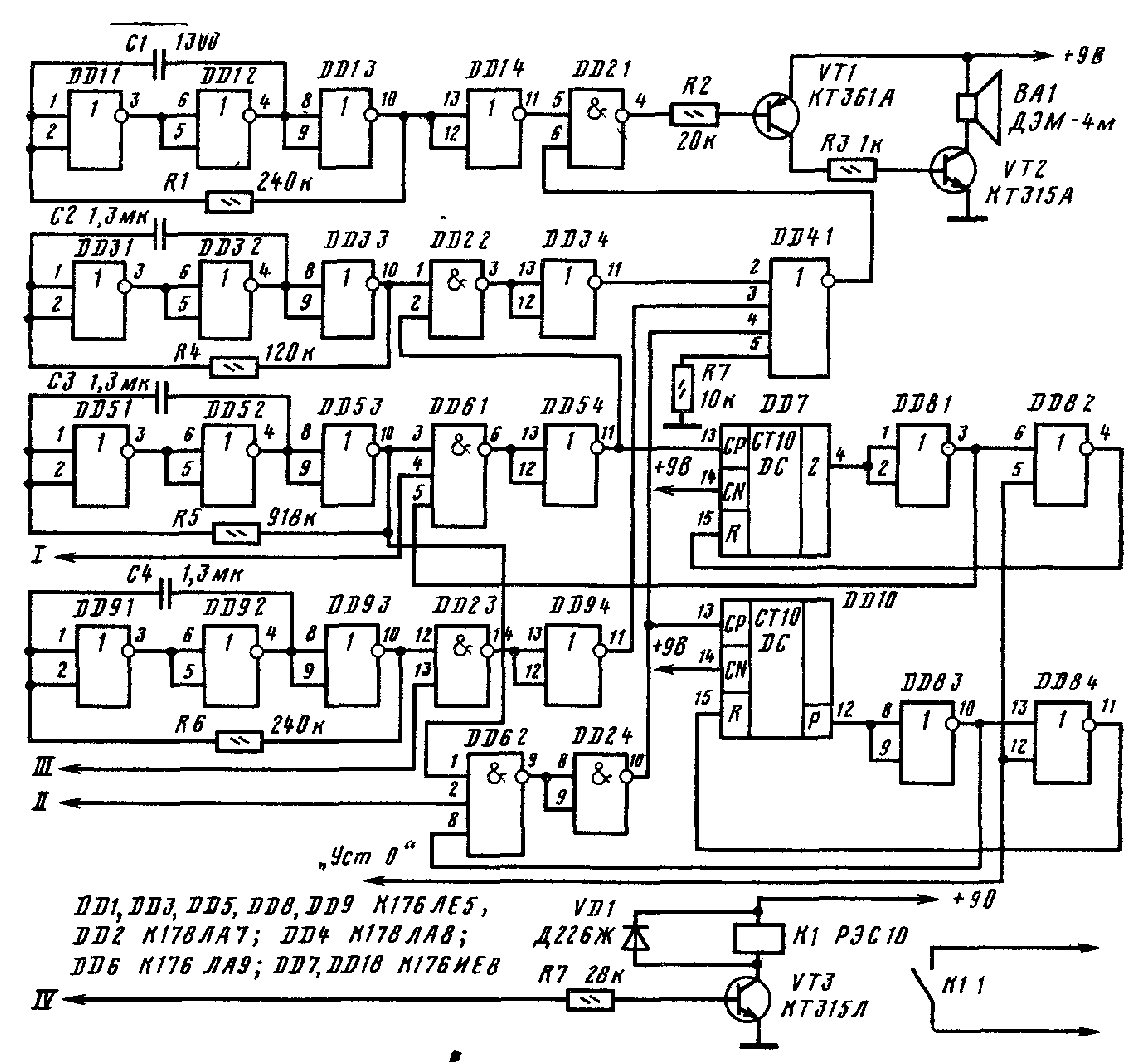



Рис. 8. Прииципиальная схема формирователя звуковых сигналов будильника

чивают счетчики DD7 и DD10 микросхем К176ИЕ8. Принцип их работы сводится к следующему: при поступлеиии иа выход устройства определенного (задаиного) числа импульсов иа соответствующем выходе счетчика появляется напряжение высокого уровня, которое через инвертор закрывает ключ и тем самым прекращает дальиейшее прохождение входиых импульсов. Рассмотрим это на примере выдачи сервисных сигиалов. В исходиом состояиии на выходах I—III коммутатора иапряжеиия низкого уровия, поэтому ключи DD6.1, DD2.3 и DD6.2 закрыты, счетчики DD7 и DD10 сигналом «Уст. 0» обнулены. А так как иа ключ DD2.1 от элемента DD4.1 разрешающий сигиал ие поступает (на выходе DD4.1 иапряжеине высокого уровня), то сигнал частотой 2 кГц первого геиератора к звуковому излучателю BA1 ие проходит.

В начальиый момент работы будильиика сигнал I с вывода 2 счетчика DD3 коммутатора (рис. 7) поступает на ввод 4 ключа DD6.1 и открывает его. Импульсы длительностью 2 с третьего геиератора (на микросхеме DD5) иачинают поступать иа вход счетчика DD7, а также иа вывод 2 ключа DD2.2, открывая его. Одновремеино импульсы длительностью 0,25 с второго генератора (иа микросхеме DD3) начииают поступать иа вход элемента DD4 1, в результате чего иа его выходе появляется иапряжеиие иизкого уровня, кото-

рое открывает ключ DD2.1 и, следовательно, путь сигналу частотой 2 кГц к усилителю на транзисторах VT1 и VT2. Излучатель BA1 преобразует усиленные электрические колебания частотой 2 кГц в звуковые. Длительность звукового сигнала составляет 2 с, так как через ключ DD2 успеет пройти всего один импульс третьего генератора. Происходит же это так. Первый импульс на входе счетчика DD7 переводит его в состояние «1». Фронтом второго импульса счетчик будет переведен в состояние «2», а на его выводе 4 появится напряжение высокого уровня, которое через инвертор DD8.1 закроет ключ DD6.1 и прекратит прохождение импульсов длительностью 2 с от генератора к счетчику DD7, а через элемент DD8.2 обнулит этот счетчик. Таким образом, счетчик DD7 позволяет ограничить время подачи первого сервисного сигнала до 2 с.

При поступлении на вход коммутатора второго минутного импульса, его счетчик DD3 (рис. 7) переходит в состояние «2» и на его выводе 4 появляется напряжение высокого уровня, которое обеспечивает включение сервисного сигнала II. Осуществляется это следующим образом. Выходной сигнал коммутатора открывает ключ DD6.2 (рис. 8) и обеспечивает прохождение импульсов длительностью 2 с с выхода третьего генератора на вход CP счетчика DD10 и одновременно на вход 6 ключа DD2.1 через элемент DD4.1. При этом головка BA1 начинает звучать с частотой 2 кГц в течение интервалов времени, равных 2 с и паузами такой же длительности; а счетчик DD10 считает двухсекундные импульсы, поступающие на его вход CP. Как только он отсчитает десять импульсов, на его выходном выводе 12 появляется напряжение высокого уровня, которым этот счетчик обнуляется (через элементы DD8.3, DD8 4) и закрывается ключ DD6 2 (через элемент DD8.3). При этом двухсекундные импульсы перестают поступать на вход счетчика DD10, — сигнал II прекращается.

Длительность звучания сигнала II по желанию может быть как увеличена, так и уменьшена. Для этого надо лишь вход элемента DD8.3 переключить на тот или иной выход счетчика DD10. Если требуемая длительность звучания сигнала II превышает длительность десяти двухсекундных импульсов, то десятичный счетчик К176ИЕ8 (DD10) можно заменить счетчиком К176ИЕ1. Такой счетчик позволит увеличить время звучания сигнала II до 1 мин. Дальнейшее увеличение времени звучания сигнала затруднительно (хотя и возможно), так как по истечении минуты разрешающий сигнал на выводе 4 счетчика DD3 коммутатора пропадает и появляется на выводе 7.

Для увеличения длительности звучания сервисного сигнала свыше 1 мин можно напряжения, снимаемые со смежных выходов счетчика DD3 коммутатора, объединить с помощью логического элемента И, через инвертор подать на соответствующий ключ формирователя сервисных сигналов. Если объединить напряжения двух выходов коммутатора, то время звучания сигнала может быть увеличено до двух мин, трех выходов — до трех мин, и т. д. При этом, возможно, потребуется увеличить и объем счета счетчика коммутатора путем последовательного включения нескольких однотипных счетчиков.

Включение сигнала III происходит напряжением высокого уровня на выводе 1 счетчика DD3 коммутатора при поступлении на его вход CP пяти минутных импульсов. Это напряжение открывает ключ DD2.3 и импульсы полусекундной длительности с выхода генератора (на микросхеме DD9) начинают поступать на вход ключа DD2.1 (через открытый в это время ключ DD2 3 и элементы DD9.4, DD4.1). Головка BA1 воспроизводит посылки частоты 2 кГц

длительностью 0,5 с с такими же паузами между ними. Звуковой сигнал длится ровно 1 мин. — до поступления очередного (шестого) минутного импульса на вход счетчика DD3 коммутатора. При этом напряжение высокого уровня на выходе счетчика DD3 исчезает, ключ DD2.3 закрывается, прекращая поступление полусекундных импульсов на выход формирователя сервисных сигналов. При десятом минутном импульсе на входе счетчика коммутатора напряжение высокого уровня, появляющееся на выводе 12 этого счетчика, подается через резистор R7 на базу транзистора VT3 и открывает его, срабатывает реле K1 типа РЭС10 (паспорт РС4.524.302) и своими контактами K1.1 включает звуковой сигнал или другое исполнительное устройство.

Свободный входной вывод 5 элемента DD4.1 можно задействовать, например, для включения таймера, который через заданный промежуток времени выдаст звуковой сигнал. Формирование такого командного сигнала аналогично

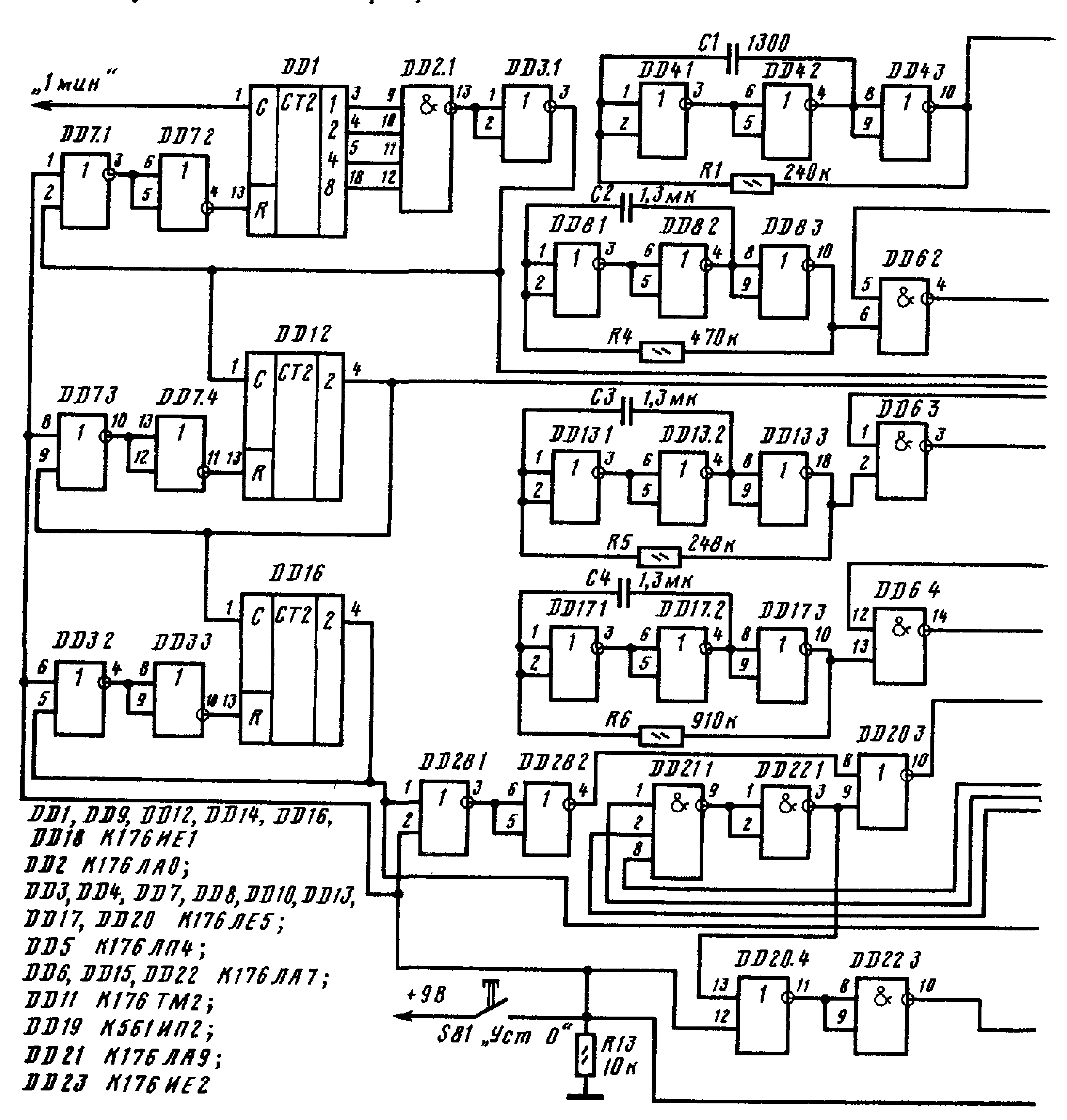
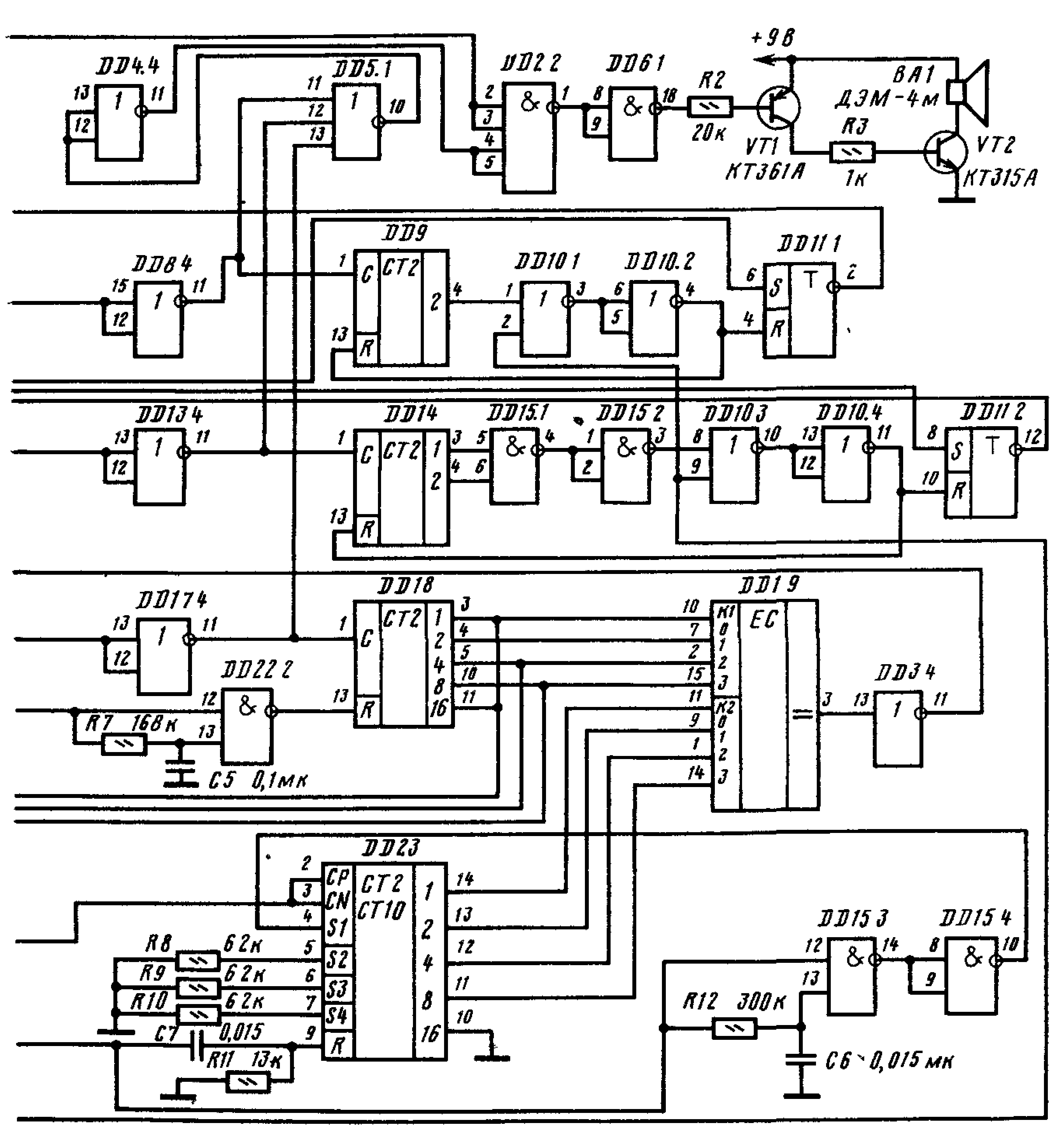



Рис. 9. Принципиальная схема формирователя сигналов «боя» в сервисных часах

формированию десяти импульсов длительностью 2 с, при использовании для этого генератора на микросхеме DD5, элементов DD6.2, DD2.4 и счетчика DD10 с элементами DD8.3, DD8.4.

На рис. 9 приведена схема варианта устройства, обеспечивающего сервисным часам «бой». Входящие в него двоичные счетчики DD1, DD12 и DD16 формируют 15-, 30- и 60-минутные импульсы. Минутные импульсы от электронных часов поступают на вход C счетчика DD1, образующего совместно с элементами DD2.1 и DD3.1 делитель на 15. При поступлении 15-минутных импульсов на выходах 1, 2, 4 и 8 (выводы 3, 4, 5 и 10) появляются напряжения высокого уровня, объединяемые элементом 4И—НЕ (DD2.1). Результирующее напряжение, представляющее собой 15-минутные импульсы, через инвертор DD3.1 поступает на вход S триггера DD11.1, вход C счетчика DD12, работающего делителем на 2, и через элементы DD7.1 и DD7.2 — на вход R счетчика



DD1. При этом счетчик DD1 сбрасывается в исходное состояние и начинает отсчет очередных 15-минутных импульсов.

При поступлении на вход С счетчика DD12 двух 15-минутных импульсов на его выходе 2 (вывод 4) возникает напряжение высокого уровня, соответствующее 30-минутным импульсам. Этот сигнал подается на вход S триггера DD11.2, на вход С счетчика DD16, выполняющего функцию делителя на 2, и через элементы DD7.3, DD7.4 на вход R счетчика DD12, сбрасывая его в исходное состояние — сразу же начинается отсчет очередных двух 15-минутных импульсов. После двух 30-минутных импульсов, поступивших на вход С счетчика DD16, на его выходе 2 (вывод 4) возникает напряжение, соответствующее сигналу 60-минутных импульсов, которое подается на вход R счетчика DD18 и обнуляет его. Одновременно это напряжение подается на вход С (вывод 2) счетчика DD23 и воспринимается им как один импульс. Этим же напряжением через элементы DD3.2 и DD3.3 обнуляется счетчик DD16 и тем самым подготавливается к отсчитыванию очередных двух 30-минутных импульсов, поступающих на его вход С с выхода счетчика DD12.

Таким образом, на выходе элемента DD3.1 формируются импульсы, следующие через 15 мин, на выходе счетчика DD12 — через 30 мин и на выходе счетчика DD16 — следующие через 60 мин. Эти импульсы и управляют работой четырех генераторов, вырабатывающих сигналы «боя». Частота следования импульсов генератора на элементах микросхемы DD4 — 2 кГц. Генератор на элементах микросхемы DD8 вырабатывает импульсы длительностью 0,1 с, на элементах микросхемы DD13 — 0,5 с, на элементах микросхемы DD17 — длительностью 2 с. Все генераторы выполнены по идентичным схемам и отличаются один от другого только номиналами входящих в них конденсаторов и резисторов.

Счетчики DD9 и DD14 ограничивают длительность сигналов «боя», соответствующих каждым 15 и 30 минутам. Для выдачи сигналов «боя» текущего часа предусмотрены счетчики DD18 и DD23. Второй из них считает часовые импульсы, поступающие на его вход С от формирователя DD16, и результат счета в двоичном коде подает на входные выводы 1, 9, 11 и 14 узла сравнения DD19, выполненного на микросхеме К561ИП2. А счетчик DD18 считает двухсекундные импульсы, поступающие одновременно на общий выход устройства и на вход С счетчика от генератора на микросхеме DD17. Результат счета в двоичном коде поступает на входные выводы 2, 7, 10 и 15 микросхемы DD19. Как только число двухсекундных импульсов, поступивших на вход С счетчика DD18, станет равным числу часовых импульсов, поступивших на вход С счетчика DD23, выходные сигналы этих счетчиков совпадут и на выходном выводе 3 узла сравнения DD19 появится напряжение высокого уровня. Возникающее при этом напряжение низкого уровня на выходе элемента DD3.4 закрывает ключ DD6.4, прекращая тем самым поступление двухсекундных импульсов на общий выход устройства и на вход счетчика DD18. Таким образом, число двухсекундных импульсов, поступивших на общий выход устройства и на вход счетчика DD18, оказывается равным числу часовых импульсов, поступивших на вход счетчика DD23. В результате головка BA1 воспроизведет столько импульсов двухсекундной длительности, заполненных колебаниями частотой 2 кГц, сколько полных часов в текущем времени. Например, в 10 часов утра головка BA1 воспроизведет 10 импульсов.

Рассмотрим работу устройства сигналов «боя» в целом. В начальный мо-

мент времени, например соответствующий 00 часов 00 минут, оно обнуляется сигналом «Уст. 0» на входах триггеров DD11.1, DD11.2, счетчиков DD1, DD12, DD16, DD9, DD14, DD18 и DD23. При этом на общий выход устройства никакие сигналы не поступают, так как ключи DD6.2, DD6.3, DD6.4 закрыты напряжением низкого уровня, поступающим на их входы с соответствующих им триггеров и элемента DD3.4. А если ключи DD6.2, DD6.3 и DD6.4 закрыты, то на всех входах элемента DD5.1 будет напряжение низкого уровня. Закрыт и ключ DD2.2 напряжением такого же уровня, поступающим на его входы с выхода инвертора DD4.4, поэтому в головку BA1 никакие сигналы не проходят.

Рассмотрим подробнее одну особенность работы сервисных часов. Как уже говорилось выше, счетчик DD18 после каждого очередного часового импульса на входе R отсчитывает столько двухсекундных импульсов, сколько целых часов содержится в текущем времени. Однако, на общий выход устройства пройдет на один двухсекундный импульс меньше. Например, если в текущем времени содержится восемь полных часов, счетчик DD18 отсчитает восемь двухсекундных импульсов, а на общий выход устройства пройдет только семь таких импульсов. Объясняется это тем, что счетчик реагирует на фронты импульсов. Поэтому начало восьмого импульса он воспринимает как восьмой импульс и через микросхему DD19 и инвертор DD3.4 закрывает ключ DD6.4 в самом начале восьмого импульса. В связи с этим к ключу DD2.2 проходит лишь небольшая начальная часть восьмого импульса, на которую головка BA1 не реагирует. Так будет при отсчете любого часа.

Наиболее простой способ предотвращения этого явления заключается в следующем. Предположим, что счетчик часов DD23 всегда будет иметь на своем входе один лишний импульс. В рассматриваемом примере это означает, что когда в текущем времени восемь полных часов, на вход этого счетчика поступит девять импульсов. Счетчик DD18 также отсчитает девять импульсов, но на выход устройства пройдет 8 импульсов, так как последний, девятый импульс будет как бы «съеден». В результате головка BA1 воспроизводит правильное число двухсекундных импульсов (в нашем примере 8), соответствующие числу полных часов в текущем времени.

Для обеспечения такого режима работы часов необходимо сразу после обнуления счетчика DD23 подавать на его входы CP и CN (выводы 2 и 3) один импульс. А так как функцию этого счетчика выполняет микросхема К176ИЕ2, у которой есть выводы S1—S4, позволяющие переводить ее в любое состояние, ввод одного дополнительного импульса, т. е. перевод счетчика после обнуления в состояние «1» без поступления импульсов на его счетные входы, не представляет трудностей. Для этого надо после обнуления счетчика подать на вход S1 напряжение высокого уровня. От этого счетчик примет состояние «1», несмотря на то, что на его счетные входы импульсы не подавались. Оставшиеся свободными входы счетчика S2—S4 соединяют с общим проводом через резисторы сопротивлением 56 ... 62 кОм.

Для подачи на вход S1 счетчика дополнительного импульса можно воспользоваться импульсом обнуления с некоторой задержкой во времени. Сделать это можно, например, при помощи RC-цепи и элемента 2И—НЕ. На один из входов элемента входной импульс поступает сразу, а на второй через RC-цепь. В результате на выходе элемента импульс появится с некоторым опозданием относительно входного. Длительность задержки импульса зависит от значений сопротивлений резистора R и емкости конденсатора C. Чем они боль-

ше, тем больше постоянная времени цепи $\tau=RC$, тем больше время задержки выходного импульса. В описываемом устройстве задержка импульса, подаваемого на вход S счетчика DD23, осуществляется цепочкой R12C6 и равна приблизительно $1 \cdot 10^{-2}$ с.

Следует учесть, что к моменту подачи импульса на вход S1 DD23 счетчик должен успеть обнулиться и сигнал обнуления снят со входа R. Сделать это можно выходным сигналом элемента DD22.1 или сигналом «Уст. 0» при кратковременном нажатии на кнопку SB1. За время нажатия на кнопку счетчик DD23 успеет обнулиться и среагировать на импульс на входе S1. В описываемом устройстве обнуляющий сигнал на вход R счетчика DD23 подается через конденсатор C7, который в это время заряжается. Время его зарядки определяется параметрами цепочки C7R11 и равно примерно $1 \cdot 10^{-4}$ с. После зарядки конденсатор не пропускает обнуляющий сигнал ко входу R счетчика. Через некоторое время (около $1 \cdot 10^{-2}$ с.) появляется сигнал на входе S1 и счетчик DD23 принимает состояние «1».

При таком построении работы счетчика DD23 может проявиться другая неприятность: при обнулении счетчиков DD18 и DD23 сигналами счетчика DD18 сам он может обнулиться очень быстро, его выходные сигналы пропадут, а импульса на входе S1 счетчика DD23 к этому времени еще не будет. Поэтому обнуление счетчика DD18 также требует задержки. Для этой цели используется цепочка R7C5, параметры которой подобраны таким образом, чтобы счетчик DD18 обнулялся примерно через 0,1 с после появления напряжения высокого уровня на его выходных выводах 3, 5 и 10. За это время счетчик DD23 успевает обнулиться и один импульс с выхода элемента DD15.4 поступить на его вход S1.

Таким образом, на выходе счетчика DD23 всегда присутствует один лишний импульс, поэтому в 00 часов 00 минут текущего времени счетчик DD23 находится в состоянии «1».

По истечении 15 минут, т. е. в 00 часов 15 минут текущего времени, первый 15-минутный импульс поступит с выхода элемента DD3.1 на вход S триггера DD11.1. С инверсного выхода этого триггера напряжение высокого уровня будет подано на вывод 5 ключа DD6.2 и откроет его. Импульсы длительностью 0,1 с второго генератора станут поступать на вход счетчика DD9 (через элементы DD6.2, DD8.4) и соединенные вместе входные выводы 4 и 5 ключа DD2.2 (через элементы DD5.1, DD4.4). Ключ DD2.2 при этом открывается, через него проходят импульсы частотой 2 кГц первого генератора, усиливаются транзисторами VT1, VT2 и головкой BA1 преобразуются в звуковой сигнал. Головка будет звучать 0,1 с — до следующего импульса длительностью 0,1 с, устанавливающего счетчик DD9 в состояние «2». При этом на выводе 4 счетчика возникает напряжение высокого уровня, которое через элементы DD10 1 и DD10.2 переключает триггер DD11.1 в противоположное состояние, закрывая ключи DD6.2, DD2.2 и прекращая звучание головки BA1 и обнуляет счетчик DD9.

В 00 часов 30 минут текущего времени второй 15-минутный импульс (с выхода элемента DD3.1) поступит на вход S триггера DD11.1 и одновременно на вход счетчика DD12, устанавливая его в состояние «2». Напряжение высокого уровня на выходе этого счетчика, представляющее собой первый 30-минутный импульс, поступает на вход S триггера DD11.2, а с его выхода (вывод 12) — на вход ключа DD6.3 и открывает его. Импульсы длительностью 0,5 с третьего генератора через элементы DD6.3 и DD13.4 проходят к счетчику

DD14 и через элементы DD5.1 и DD4.4 — на вход ключа DD2.2. Ключ DD2.2 при этом открывается и пропускает к транзисторам усилителя и головке BA1 импульсы первого генератора — раздается звуковой сигнал.

Следует отметить, что в начальный момент открывания ключа DD2.2 на входы элемента DD5.1 поступают два вида разрешающих импульсов: длительностью 0,1 с — с выхода элемента DD8.4 и длительностью 0,5 с — с выхода элемента DD13.4. В результате головка BA1 звучит в течение первых 0,5 с. Первый полусекундный импульс на входе счетчика DD14 переключает его в состояние «1», второй — в состояние «2», третий — в состояние «3». Напряжение высокого уровня, появляющееся одновременно на выходных выводах 3 и 4 счетчика, элемент DD15.1 объединяет и на его выходе появляется напряжение низкого уровня. Напряжение же высокого уровня на выходе элемента DD15.2 через элементы DD10.3 и DD10.4 обнуляет счетчик DD14 и переключает триггер DD11.2 в нулевое состояние, которое закрывает ключ DD6.3 и таким образом прекращает поступление полусекундных импульсов третьего генератора на общий выход устройства и на вход счетчика DD14. В результате головка BA1 воспроизведет две пачки импульсов частотой 2 кГц длительностью 0,5 с каждая.

Первый 30-минутный импульс на выходе 2 (вывод 4) счетчика DD12 переводит счетчик DD16 в состояние «1» и на его выходном выводе 3 появляется напряжение высокого уровня.

В 00 ч 45 мин текущего времени на входе триггера DD11.1 вновь появится 15-минутный импульс, полностью повторяющий процессы, вызванные первым 15-минутным импульсом. В этом случае головка BA1 звучит 0,1 с.

В 01 ч 00 мин текущего времени триггер DD11.1 переключается четвертым 15-минутным импульсом и выходным напряжением высокого уровня откроет ключ DD6.2. В результате на входные выводы 4 и 5 ключа DD2.2 поступит сигнал, открывающий его на 0,1 с. Одновременно четвертый 15-минутный импульс сбрасывает счетчик DD1 (через элементы DD7.1 и DD7.2) в нулевое состояние и поступая на вход счетчика DD12, формирует на его выходном выводе 4 второй 30-минутный импульс. Этот импульс поступает к триггеру DD11.2, который, в свою очередь, выходным напряжением открывает ключ DD6.3. В итоге на входных выводах 4 и 5 ключа DD2.2 появляется сигнал, открывающий его дважды на 0,5 с (с интервалом 0,5 с). Одновременно второй 30-минутный импульс сбрасывает счетчик DD12 в ноль (через элементы DD7.3 и DD7.4), переводит счетчик DD16 в состояние «2» и таким образом формирует на его выводе 4 первый 60-минутный импульс. Этот импульс сбрасывает счетчик DD16 в ноль и одновременно поступает на входы CP и CN счетчика DD23, а также вход R счетчика DD18 (через элементы DD20.1, DD20.2, DD20.3, DD22.2). Под действием этого импульса счетчик DD23 переходит в состояние «2» и информация о его состоянии в двоичном коде подается на выводы 1, 9, 11 и 14 микросхемы сравнения DD19 (на ее выводе 9 будет напряжение высокого уровня, а выводах 1, 11 и 14 — низкого).

Под действием первого 60-минутного импульса счетчик DD18 обнуляется вторично. Информация о его состоянии в двоичном коде поступает на выводы 2, 7, 10 и 15 той же микросхемы DD19 (на них будет напряжение низкого уровня). А так как на этих группах выводов микросхемы DD19 уровни сигналов различны, на ее выходе возникает сигнал, соответствующий напряжению низкого уровня. Инвертор DD3.4 выходным напряжением высокого уровня

открывает ключ DD6.4 и двухсекундные импульсы проходят к ключу DD2.2 и счетчику DD18, обеспечивая тем самым воспроизведение головкой BA1 пачек импульсов частотой 2 кГц длительностью 2 с каждая. Поступая на вход счетчика DD18, эти сигналы изменяют его состояние до совпадения с состоянием счетчика DD23. За это время головка воспроизведет столько двухсекундных пачек импульсов частоты 2 кГц, сколько полных часов содержится в текущем времени.

В рассматриваемом примере текущее время слагается из одного полного часа, поэтому после поступления на вход счетчика DD18 двух двухсекундных импульсов на его выходном выходе 4 возникает напряжение высокого уровня. При этом информация, поступающая от счетчиков DD18 и DD23 к микросхеме DD19 совпадает, на выходе инвертора DD3.4 появляется напряжение низкого уровня, закрывающее ключ DD6.4 и, следовательно, прекращающее доступ двухсекундных импульсов на входы счетчика DD18 и выход устройства (к ключу DD2.2). Счетчик DD18 остается в состоянии «2», а головка BA1 успевает воспроизвести лишь один двухсекундный импульс, так как ключ DD6.4 закрывается в самом начале второго двухсекундного импульса

Через 60 мин, т. е. в 02 ч 00 мин текущего времени появлющийся второй 60-минутный импульс обнуляет счетчики DD16, DD18 и переводит счетчик DD23 в состояние «3». На входы микросхемы DD19 от счетчиков DD18 и DD23 поступает различная информация, поэтому на ее выходе появляется напряжение низкого уровня, а на выходе инвертора DD3.4 — высокого. Ключ DD6 4 открывается и счетчик DD18 отсчитывает три двухсекундных импульса, два из которых головка BA1 преобразует в звуковые сигналы.

Аналогично часы работают и при поступлении 3—11 60-минутных импульсов. В 12 ч 00 мин текущего времени на выходе счетчика DD16 появляется 12-й 60-минутный импульс. Счетчик DD23 при этом переходит в состояние «13», а счетчик DD18 обнуляется. Выходное напряжение микросхемы DD19 через инвертор DD3.4 открывает ключ DD6.4 и двухсекундные импульсы проходят на выход устройства и к счетчику DD18. Начало тринадцатого импульса переводит счетчик DD18 в состояние «13». На его выходных выводах 3, 5 и 10 одновременно появляются напряжения высокого уровня, которые объединяются элементом DD21.1 микросхемы К176ЛА9 и на его выходе появляется результирующий сигнал в виде напряжения низкого уровня. В это время на входы микросхемы DD19 от счетчиков DD18 и DD23 поступают сигналы одинакового уровня, создающие на ее выходе напряжение высокого уровня. Появляющееся же на выходе инвертора DD3.4 напряжение низкого уровня закрывает ключ DD6.4 и прекращает поступление двухсекундных импульсов на выход устройства и к счетчику DD18. При этом динамическая головка BA1 успевает воспроизвести двенадцать двухсекундных пачек импульсов частотой 2 кГц.

Для обнуления счетчиков DD18 и DD23 используется напряжение высокого уровня, появляющееся на выходе элемента DD22.1. Первым обнуляется счетчик DD23 (через конденсатор C7), затем на его входе S1 появляется один импульс (через цепочку R12C6 и элементы DD15.3 и DD15.4). Далее обнуляется счетчик DD18 (через цепочку R7C5 и элемент DD22.2). Устройство «боя» при этом принимает исходное состояние, в каком оно было в 00 ч 00 мин и все процессы повторяются через каждые 12 ч.

## Унифицированное таймерное устройство

Структурная схема возможного варианта такого автомата приведена на рис. 10. Она содержит два узла установки времени: начала исполнения команды (НИК) и конца исполнения команды (КИК). Сигналы от них поступают к соответствующим устройствам сравнения (УС) и индикаторам (Инд. 1, Инд. 2). На другие входы устройств сравнения поступают сигналы текущего времени от местных электронных часов (ЭЧ), управляемых секундными импульсами образцовых электронных часов (ОЭЧ). При совпадении сигналов текущего времени и времени начала исполнения команды устройство сравнения выдает сигнал, разрешающий работу исполнительной системы (ИС). При этом электромагнитное реле (или тринистор), входящее в исполнительную систему, срабатывает и своими контактами замыкает цепь питания того или иного прибора.

При совпадении сигналов текущего времени и установленного времени конца исполнения команды устройство сравнения формирует сигнал, отключающий исполнительную систему. Индикатор 1 показывает время начала исполнения команды, Инд. 2 — время конца исполнения команды, Инд. 3 — текущее время.

Структурная схема другого варианта автомата показана на рис. 11. В нем, как и в первом варианте, есть узел установки времени начала исполнения команды (НИК) и узел установки интервала времени (ИВ), определяющий длительность выполняемой команды. Устройство сравнения (УС) сравнивает сигналы текущего времени, поступающие с электронных часов (ЭЧ), и сигналы времени начала исполнения команды (НИК) и, если они совпадают, выдает разрешающий сигнал на включение реле времени (РВ). Реле времени, в свою очередь, включает исполнительную систему (ИС). По истечении заданного интервала времени, реле времени прекращает выполнение команды. Индикатор Инд. 1 при нажатой кнопке SB1 показывает время начала исполнения команды, а при отжатой — текущее время. Работой электронных часов (ЭЧ) управляют секундные импульсы, поступающие от образцовых часов.

Устройства сравнения таких или других вариантов автомата можно строить по одинаковым принципиальным схемам Общая же идея сводится к тому, чтобы при совпадении двух одинаковых комбинаций сигналов, поступающих от различных источников, устройство сравнения выдавало один сигнал, а при несовпадении — другой.

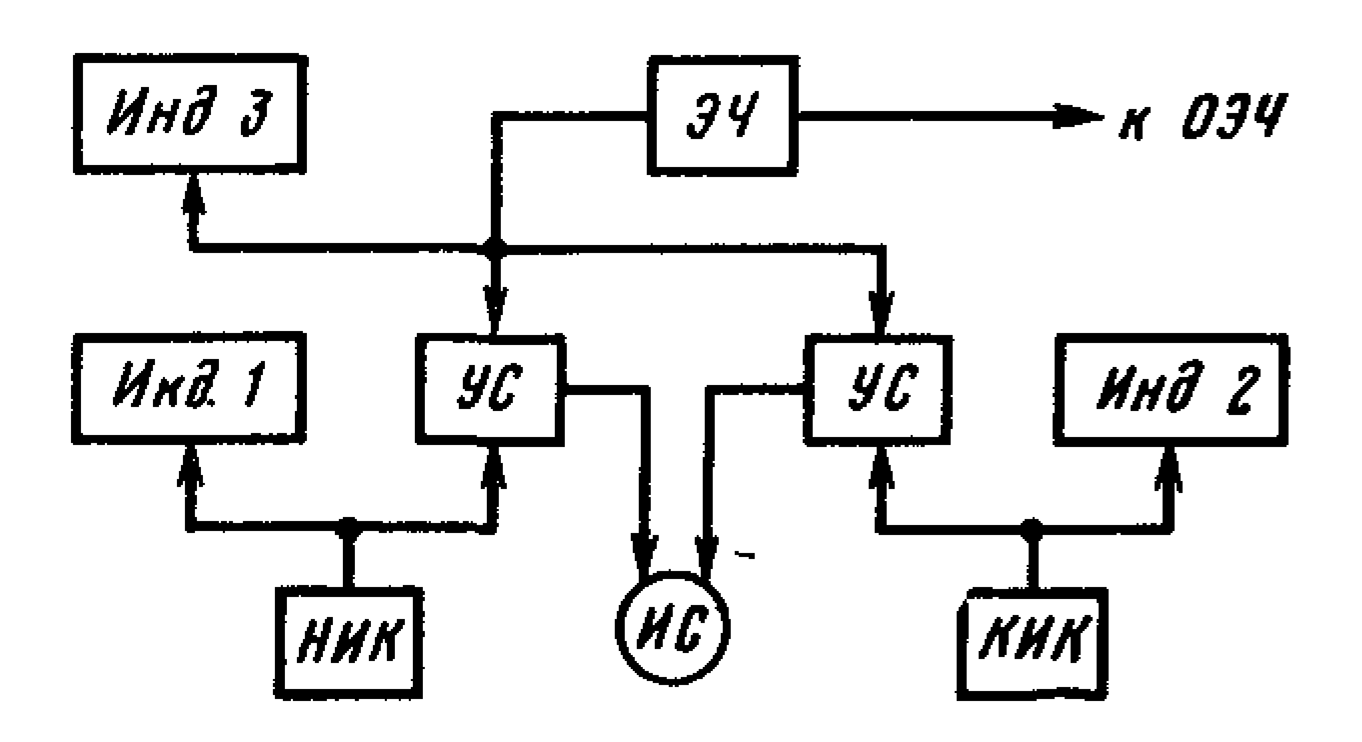


Рис. 10. Структурная схема унифицированного таймерного устройства

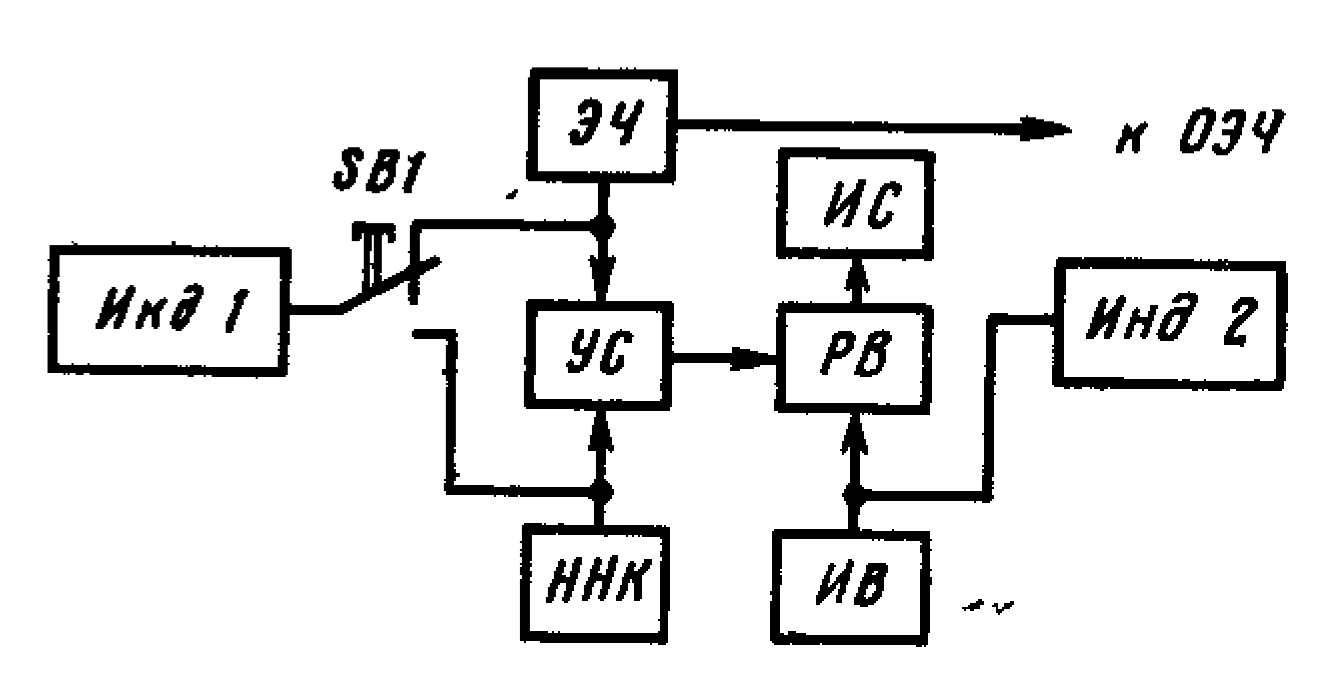


Рис. 11. Структурная схема унифицированного таймерного устройства с реле времени

Одним из возможных вариантов построения устройств сравнения может быть набор определенного числа логических элементов. Например, микросхема К561ИП2 обеспечивает сравнение в двоично-десятичном коде 16 сигналов. Выбирая один из них за начальное состояние устройства сравнения, можно сравнивать одновременно до 15 сигналов. Следовательно, подавая по 15 сигналов на каждую микросхему К561ИП2 и группируя их выходные сигналы, можно построить устройство для сравнения практически любого числа сигналов.

Наиболее рациональным представляется вариант, когда каждой декаде информации о времени будет соответствовать одна микросхема К561ИП2. Если общее требуемое число декад информации о времени принять равным 8 (две — день месяца, две — часы, две — минуты и еще две — секунды), то всего для одного таймерного устройства потребуется восемь микросхем К561ИП2. Это обеспечит установку времени исполнения команды и ее продолжительность с точностью до 1 с.

Структурная схема устройства сравнения, построенного по такому принципу, приведена на рис. 12. На ней микросхемы К561ИП2 изображены отдельными прямоугольниками, а их входы для сравниваемых сигналов обозначены только для одной микросхемы DD5. Для другой точности установки времени исполнения команды или ее продолжительности соответственно изменяется число используемых микросхем. Например, если требуется установка времени с точностью до 1 мин, то можно исключить две микросхемы К561ИП2, сравнивающих сигналы, соответствующие единицам и десяткам секунд. Это могут быть, например, элементы DD1 и DD2. А на освободившиеся входы общего элемента DD9 можно подать сигналы от любых двух оставшихся элементов, например DD5 и DD6.

Функцию узлов установки времени срабатывания таймерного устройства могут выполнять переключатели типа ПП10-ХВ. Один такой переключатель позволяет устанавливать заданное время в пределах одной декады, например «единицы минут» в десятичном коде, дискретным поворотом диска на определенный угол. Для этого на диске нанесены цифры от 0 до 9, а корпус переключателя имеет «окошко», через которое при повороте диска видны цифры. Цифра, в «окошке», значение которой зависит от угла поворота диска, соответствует десятичной цифре требуемого числа разряда информации о времени. На выходе переключателя информация о набранном десятичном числе выдается автоматически в двоичном коде одновременно на четырех шинах. Соединяя эти шины переключателя с входами соответствующего элемента микросхемы К561ИП2, тем самым подаем информацию о заданном времени в пределах одной декады информации на устройство сравнения в двоичном коде Одновременно десятичная цифра в «окошке» переключателя указывает на одну из цифр заданного интервала времени. Выбирая по одному переключателю ПП10-ХВ на каждую декаду задаваемой информации, легко получить задатчик времени на требуемое число декад.

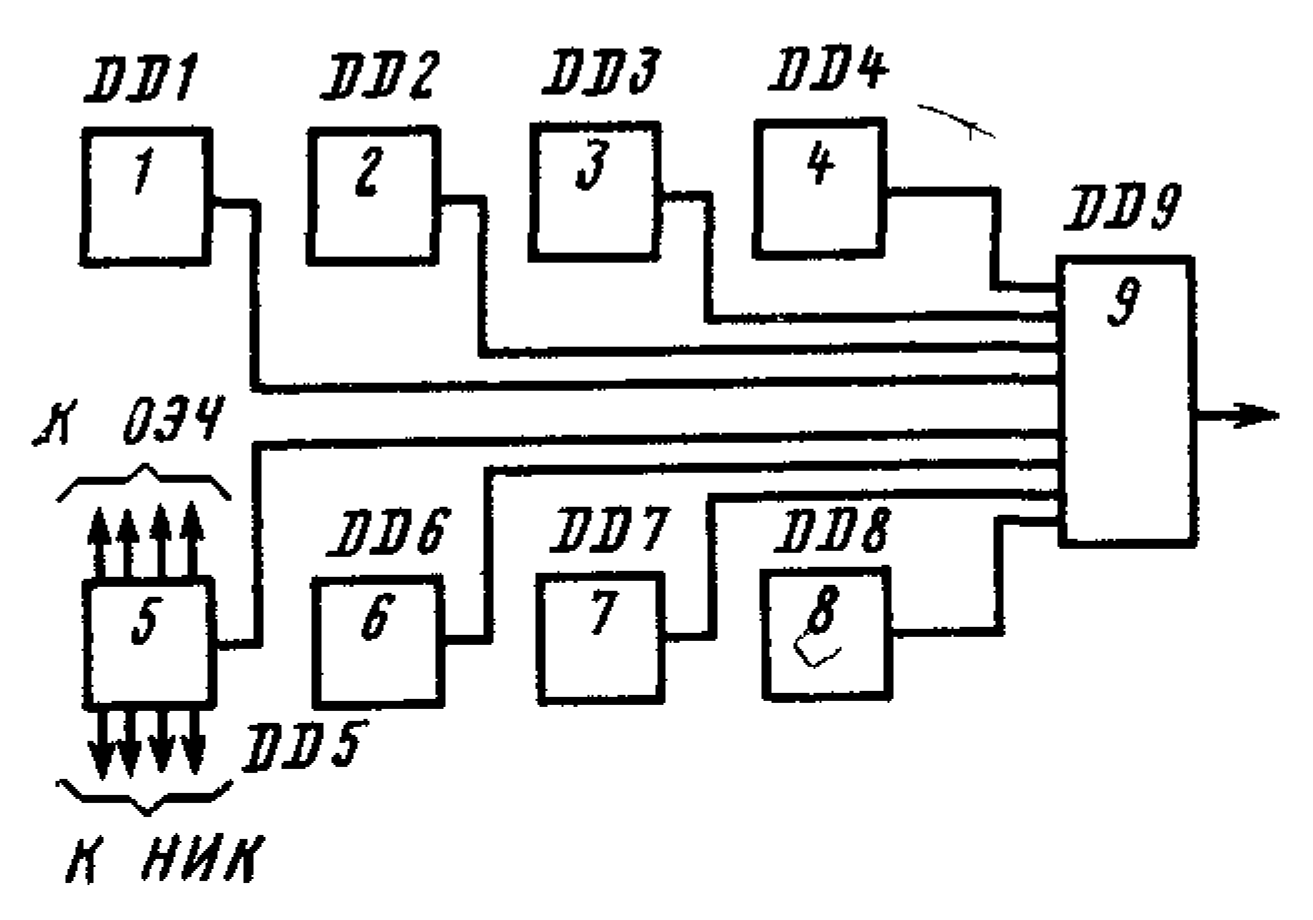


Рис. 12. Структурная схема устройства сравнения

Реле времени можно выполнить по схеме рис. 13. Оно работает следую-

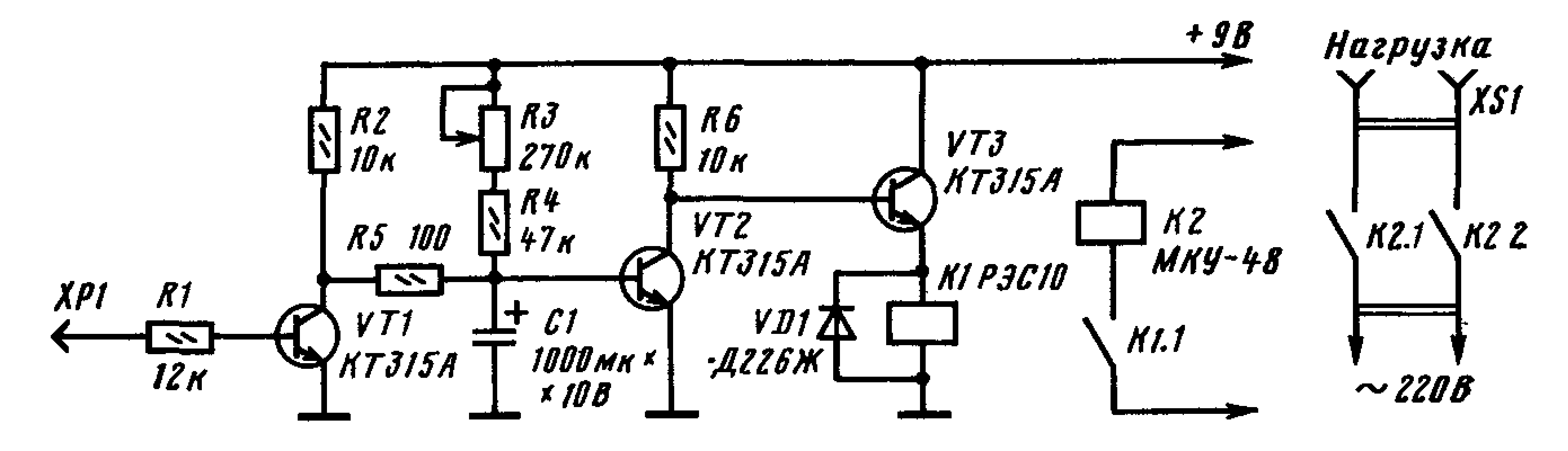



Рис. 13. Принципиальная схема простого реле времени

щим образом. В исходном состоянии на базу транзистора VT1 от устройства сравнения поступает закрывающее его напряжение низкого уровня. В это время конденсатор C1 заряжен, и транзистор VT2 открыт, а транзистор VT3 закрыт.

В момент совпадения текущего времени с временем начала работы таймерного устройства на базу транзистора VT1 поступает напряжение высокого уровня. Транзистор при этом открывается и через него (и резистор R5) конденсатор C1 начинает разряжаться. Как только он разрядится до напряжения низкого уровня, транзистор VT2 закроется, транзистор VT3 откроется. Реле K1 типа РЭС10 (паспорт РС4.524.302) срабатывает и своими контактами K1.1 замыкает цепь питания силового реле K2 (например, МКУ-48). Срабатывая, реле K2 своими контактами K2.1 и K2.2 подает сетевое напряжение к нагрузке, подключенной к розетке XS1 автомата. Через секунду, когда текущее время станет отличным от времени начала исполнения команды, напряжение высокого уровня, возникшее теперь на выходе устройства сравнения, закроет транзистор VT1 и конденсатор C1 начинает заряжаться через резисторы R3 и R4. Время зарядки конденсатора, а значит и устанавливаемый интервал времени, соответствует произведению емкости конденсатора C1 на суммарное сопротивление резисторов R3 и R4.

Через выбираемый интервал времени конденсатор C1 зарядится, транзистор VT2 откроется, и транзистор VT3 закроется и обесточит обмотку реле K1. Отпуская, оно контактами K1.1 обесточивает обмотку силового реле K2, которое размыкающимися контактами K2.1 и K2.2 разрывает цепь питания нагрузки. Переменным резистором R3 можно менять значение тока заряда конденсатора C1 и, следовательно, время подачи напряжения в нагрузку.

Реле времени, а значит и таймерное устройство, можно упростить, если реле K1 и K2 заменить тринистором VS1 (рис. 14). Вся входная часть реле времени (до базы транзистора VT3) остается без изменения. Тринистор VS1 может быть серии КУ201 или КУ202 с буквенным индексом М, Н; транзистор VT3 — типа КТ315 с любым буквенным индексом.

Отметим две особенности такого варианта реле времени. Во-первых, подключать его к сети нужно обязательно так, чтобы нижний (по схеме на

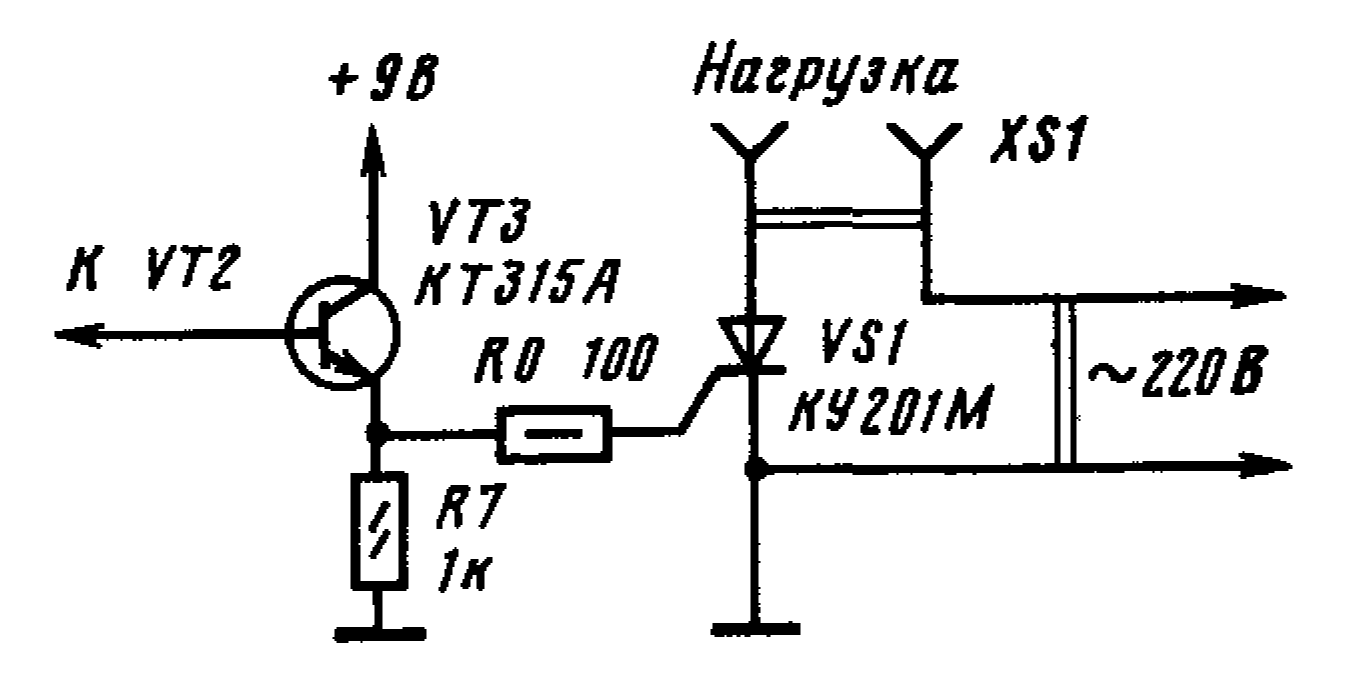



Рис. 14. Схема управляющего устройства на тринисторе

3*

рис. 14) провод соединялся с нулевым проводом электроосветительной сети. Поскольку детали устройства оказываются гальванически соединенными с сетью, необходимо строго выполнять все требования техники безопасности во время монтажа, налаживания и эксплуатации автомата. Замену деталей производить только при отключении автомата от сети.

Во-вторых, максимальное значение тока нагрузки, коммутируемого тринистором VS1, ограничено. Если тринистор без теплоотводящего радиатора, то максимальная мощность нагрузки не должна превышать 100 Вт. Если тринистор установить на теплоотвод с поверхностью охлаждения около 200 см², эта мощность может быть увеличена до 1 000 Вт.

Рассмотрим еще один вариант построения реле времени на дискретных элементах для универсального таймерного устройства, управляемого секундными импульсами образцовых электронных часов. Такое реле времени (рис. 15) образуют счетчики DD3—DD6 серии К176ИЕ8 и переключатели SA1—SA4. Каждой декаде установки интервала времени соответствует одна микросхема К176ИЕ8.

Реле времени рассчитано на установку интервала времени с точностью до четырех знаков, например: DD3 — секунды, DD4 — десятки секунд, DD5 — минуты, DD6 — десятки минут. В исполнительном устройстве работают транзистор VT1 и тринистор VS1.

Переключателями SA1—SA4 устанавливают требуемый интервал времени. Предположим, что интервал времени должен составлять 4 мин 21 с. В таком случае подвижные контакты переключателей SA1—SA4 должны быть в положении, показанном на рис. 15. Нажатием на кнопку SB1 напряжение высокого уровня подают одновременно на вход R триггера DD1.1, на вывод 6 элемента DD7.2 и (через элемент DD7.3) на вход R триггера DD1.2, а также на входы R счетчиков DD3—DD6. При этом микросхемы обнуляются. Секундные импульсы образцовых электронных часов на вход CP счетчика DD3 не поступают, так как в начальный момент разрешающий сигнал от устройства сравне-

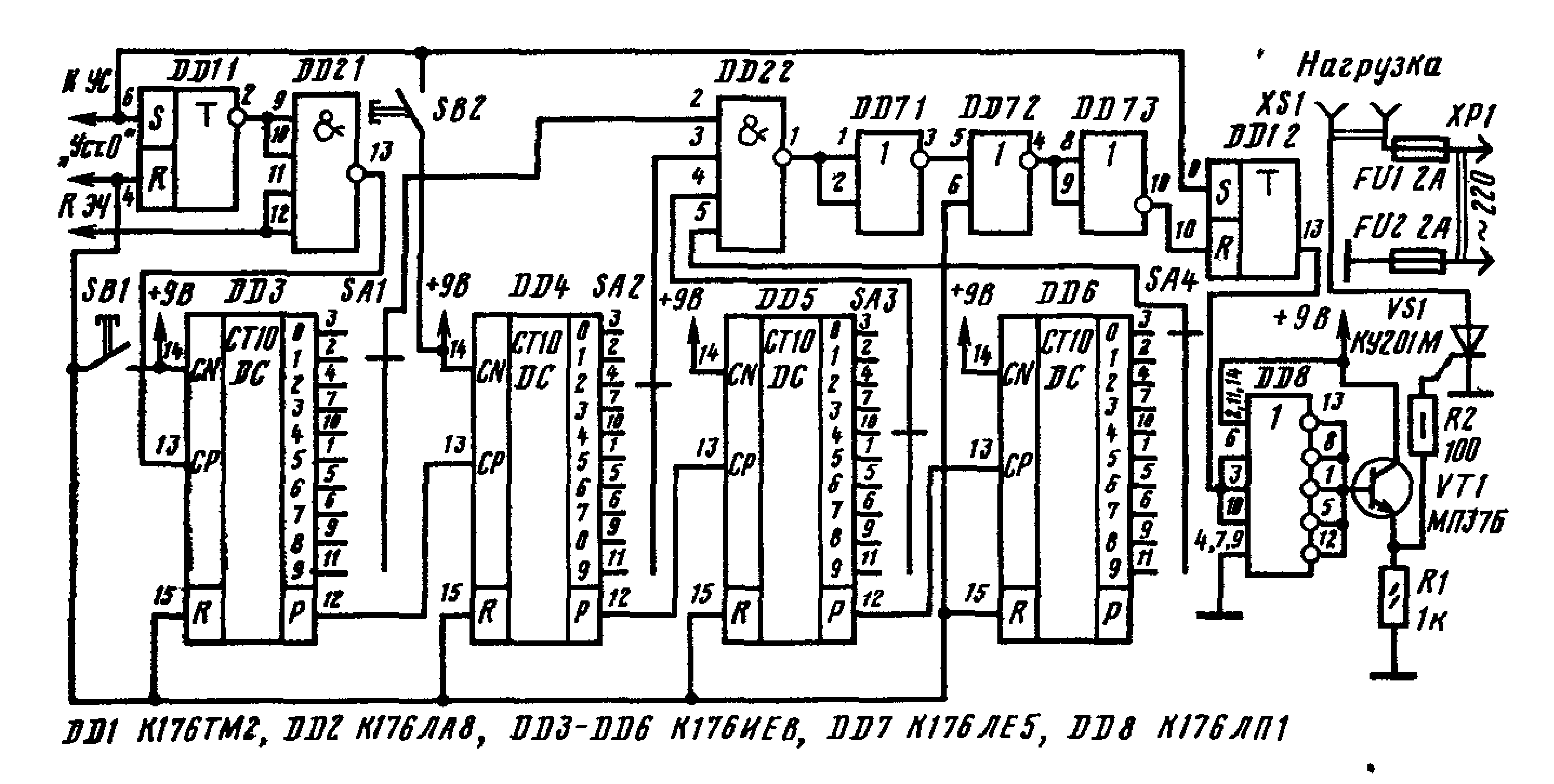



Рис. 15. Принципиальная схема реле времени на цифровых микросхемах (между выводом 15 DD3 и землей припаять резистор 10 кОм)

ния на вход S триггера DD1 не поступает, и, следовательно, ключ DD2.1 закрыт. В это время на входах элемента DD2.2 напряжение низкого уровня, на выводе 4 элемента DD7.2 — высокого уровня. На выходе элемента DD7.3 действует напряжение низкого уровня, которое не влияет на состояние триггера DD1.2. На прямом выходе этого триггера напряжение высокого уровня, а на выходе элемента DD8, следовательно, низкого уровня. Поэтому транзистор VT1 и тринистор VS1 закрыты, и напряжение сети к нагрузке не поступает. В таком состоянии реле времени может находиться сколь угодно долго.

При совпадении сигналов текущего времени и времени начала исполнения команды на входы S триггеров DD1.1 и DD1.2 от устройства сравнения поступает напряжение высокого уровня. Триггер DD1.1 выходным сигналом открывает ключ DD2.1 и через него секундные импульсы образцовых часов проходят на вход CP счетчика DD3. На прямом выходе триггера DD1.2 появляется напряжение низкого уровня, а на выходе элемента DD8 — высокого уровня. При этом транзистор VT1 и тринистор VS1 открываются — к нагрузке, подключенной к розетке XS1, подается напряжение электросети. Как только на вход счетчика DD3 поступит 10 импульсов, с ее выходного вывода 12 один импульс поступит на вход CP счетчика DD4. А счетчик DD3 продолжает считать поступающие на его вход секундные импульсы. После каждых 10 импульсов счетчик i-й декады выдает один импульс на вход счетчика (i+1)-й декады. Как только сигналы появятся на всех соответствующих выходных выводах счетчиков DD3—DD6 (для нашего примера — на выводах 2, 4, 10 и 3, соответственно), они автоматически появятся на входах элемента DD2.2. При этом на выходе 1 элемента DD2.2 будет напряжение низкого уровня, на выходе элементов DD7.1, DD7.3 и прямом выходе триггера DD1 2 — высокого уровня. Напряжение низкого уровня, возникающее на выходе элемента DD8, закрывает транзистор VT1 и тринистор VS1, в результате чего нагрузка обесточивается.

Пуск реле времени можно осуществлять вручную кратковременным нажатием на кнопку SB2. При этом триггер DD1.1 выходным сигналом высокого уровня откроет ключ DD2.1 и секундные импульсы начинают поступать на вход счетчика DD3, а триггер DD1.2 создает на выходе элемента DD8 напряжение высокого уровня, открывающее транзистор VT1 и тринистор VS1 — реле времени начинает работать.

Если в таймерном устройстве (по схеме рис. 11) предусмотреть несколько устройств сравнения и установки времени, то появится возможность включения нагрузок в различное время суток, например утром и вечером. Несколько реле времени и узлов установки интервалов времени позволят включать потребители электроэнергии в различное время суток на различные интервалы времени. А если еще дополнить его несколькими исполнительными устройствами с выходными розетками, то получится многотаймерный автомат, позволяющий по заранее обусловленной программе включать разнообразные нагрузки в любое время суток и на различные интервалы времени.

Не представляет особого труда построить автомат, позволяющий программировать включение нагрузок на несколько суток, недель или месяцев вперед. Для этого в устройстве сравнения следует предусмотреть соответствующее число микросхем, обеспечивающих сравнение требуемого числа сигналов, а в узлах установки начала исполнения команд — требуемое число декад.

Следует иметь в виду, что тринистор, через который питается нагрузка, работает как однополупериодный выпрямитель переменного тока. Следовательно, к нагрузке напряжение подается только в течение одного полупериода. К такому таймерному устройству можно подключать аппаратуру, рассчитанную на напряжение сети 127 В.

## ОХРАННОЕ УСТРОЙСТВО

В быту автоматические охранные устройства можно применять для самых различных целей, например, в качестве электронного сторожа.

Схемное решение и алгоритм работы такого автомата зависят от вида и числа функций, возлагаемых на него, а также требований удобства эксплуатации или комфортности при работе с ним. Чем больший комфорт желаем иметь, тем сложнее охранное устройство.

Предлагаемый электронный «автосторож» для автомобиля, который для краткости будем называть автосторожем, обладает достаточной универсальностью, сравнительной несложностью и практически не требует настроечных работ после монтажа. В дежурном режиме потребляет небольшой ток, поэтому для его питания можно использовать батареи гальванических элементов и миниатюрные аккумуляторы.

Из практики известно, что основных функций, возлагаемых на автосторож, две: фиксация факта открывания одной из дверц салона автомобиля, капота моторного отсека или крышки багажника и фиксация факта раскачивания кузова автомобиля. Конечно, они не обеспечивают сохранности автомобиля в целом, а лишь сигнализируют о нежелательных действиях с автомобилем постороннего лица, например при попытке снять колесо или перекатить автомобиль на новое место без включения двигателя.

Автосторож, схема которого показана на рис. 16, позволяет подключать практически неограниченное число датчиков, что дает возможность обладателю автомобиля самостоятельно расширять его функциональные возможности. В нем два выключателя. Выключателем SA1, расположенным в удобном месте салона автомобиля, включают питание автосторожа и обесточивают его после срабатывания аварийной сигнализации. Выключатель SA2, желательно малогабаритный, находится в потайном месте снаружи автомобиля, например на днище кузова. Им включают автосторож в режим охранной сигнализации после того, как водитель покинул салон автомобиля и закрыл все дверцы, а также для выключения, если тревожной сигнализации не было. Если выключатель SA2 размещают на днище автомобиля, где он может засоряться, заливаться водой, его следует закрыть резиновой полусферой, например, половинкой дет-

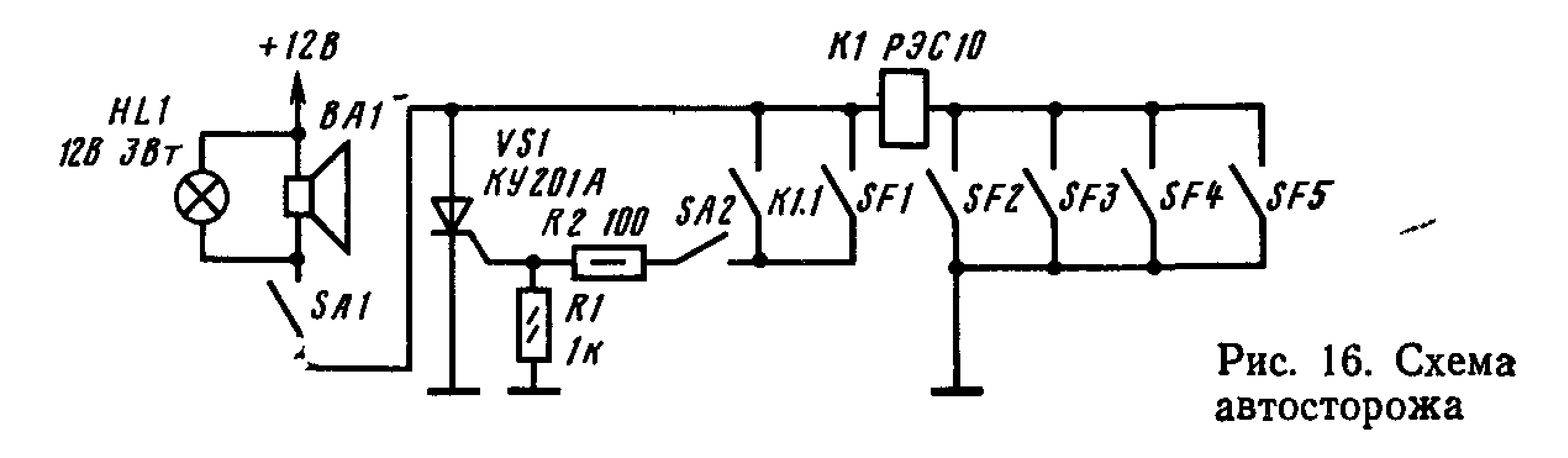



Рис. 16. Схема автосторожа

ского резинового мяча. Через такую мягкую резиновую оболочку, прикрепленную к днищу, автосторож можно включать и выключать.

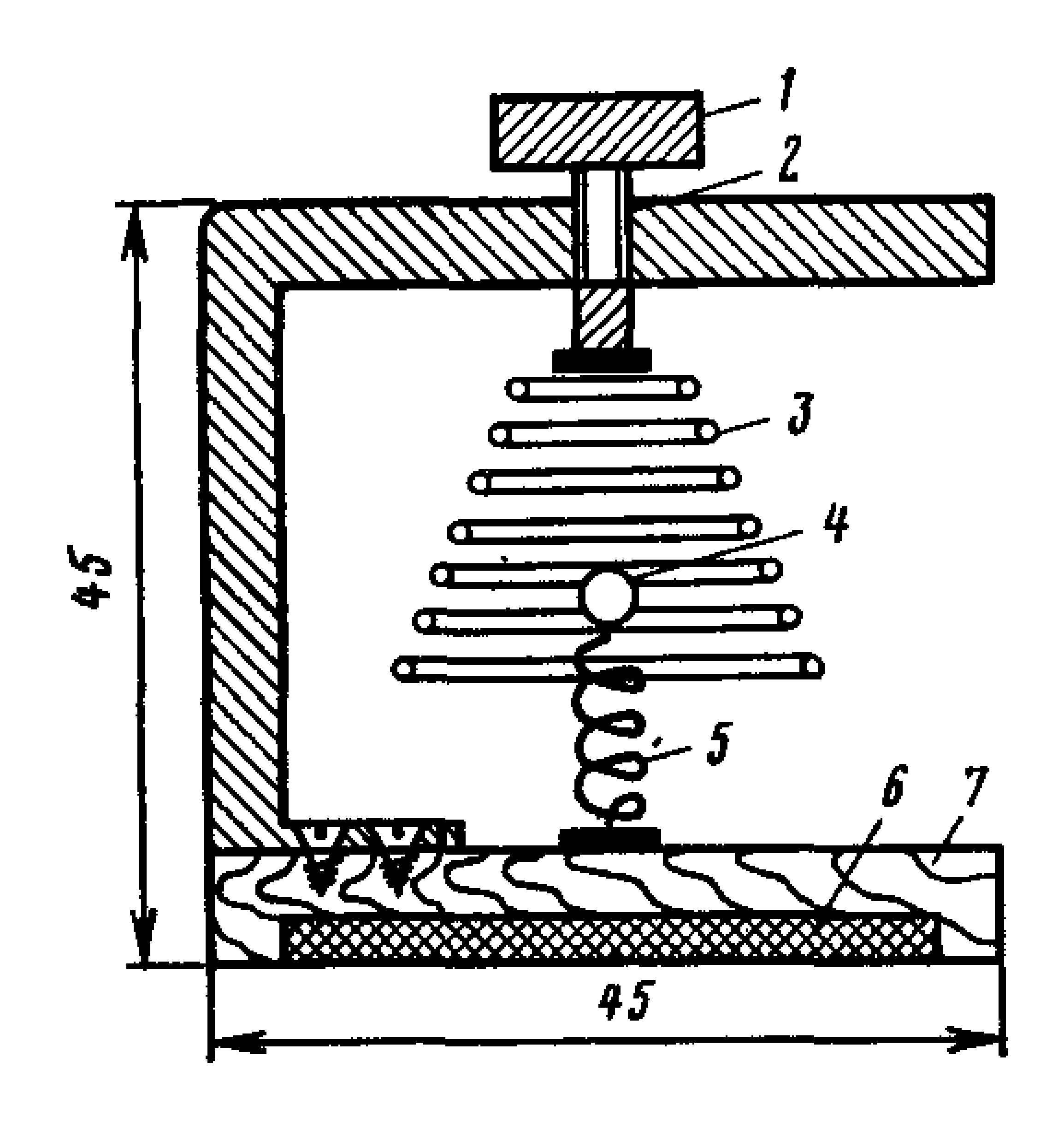
Автосторож работает следующим образом. Перед выходом из автомобиля включают питание выключателем SA1. Закрывают дверцы автомобиля и незаметно замыкают контакты выключателя SA2 — автосторож переходит в дежурный режим работы. Если при этом попытаться открыть хотя бы одну из дверей автомобиля, предварительно не выключив автосторож потайным выключателем SA2, качнуть кузов или наклонить его на угол, превышающий заданный, сразу же замкнутся контакты одного или одновременно нескольких датчиков. Теперь автосторож оказывается в режиме сигнализации — раздается звуковой сигнал тревоги (используется звуковой сигнал самого автомобиля). Он будет длиться до тех пор, пока автосторож не будет обесточен выключателем SA1.

Сущность работы автосторожа заключается в следующем. Когда выключателем SA1 подают на него напряжение бортовой сети, то подготавливают к работе цепи электромагнитного реле K1, обмотки звукового сигнала BA1, лампы накаливания EL1 и тринистора VS1.

При замыкании контактов любого из датчиков SF2—SF5 срабатывает реле типа РЭС10 (паспорт РС4.524.302) и своими контактами K1.1 подключает параллельно тринистору резисторы R1, R2. Ток, текущий через резисторы R1, R2, создает на управляющем электроде тринистора VS1 положительное напряжение. Тринистор при этом открывается и через него в обмотку звукового сигнала BA1 начинает протекать значительный ток. Раздается сигнал тревоги, и начинает светиться контрольная лампа HL1. Такое состояние автосторожа будет сохраняться до тех пор, пока он не будет обесточен выключателем SA1. Автосторож можно перевести в режим сигнализации и замыканием контактов SF1 датчика, реагирующего на раскачивание или наклон кузова на определенный угол.

В качестве датчиков SF2—SF5 можно использовать кнопочные выключатели, которыми оборудуют дверцы автомобилей «Жигули». При открывании одной из дверей контакты ее выключателя включают свет в салоне автомобиля. Для использования этих контактов выключателя в качестве датчика надо лишь подключить дополнительный провод непосредственно к контакту выключателя, который при нажатой кнопке (закрытой двери автомобиля) с массой не соединен, что легко проверить либо омметром, либо с помощью лампы накаливания на напряжение 12 В, соединив один из ее выводных контактов с «плюсом» аккумуляторной батареи, а второй — с проверяемым контактом выключателя двери. Если лампа не горит, значит проверяемый контакт выключателя не соединен с «массой». Дополнительный провод можно соединить с тем контактом плафона лампы освещения салона, на который подается «минус» при открывании двери автомобиля. Присоединив по одному дополнительному проводу к контактам выключателя каждой двери автомобиля, все их соединяют вместе и затем уже одним проводом подключают к автосторожу. Получается четыре идентичных датчика SF2—SF5, соединенных параллельно. Открывание любой двери автомобиля приводит к срабатыванию звуковой сигнализации.

Датчик SF1, представляющий собой устройство, реагирующее на наклон или раскачивание автомобиля, самодельный. На рис. 17 и 18 показаны конструкции двух таких датчиков, отличающихся друг от друга только системой



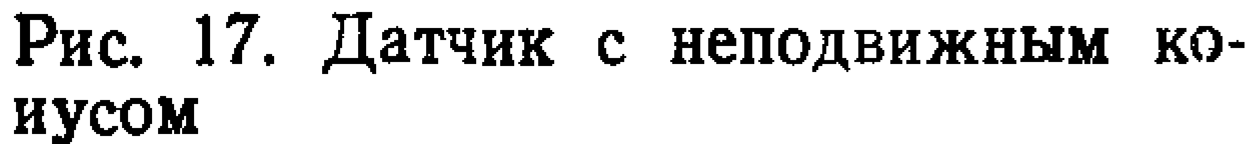



Рис. 17. Датчик с неподвижным конусом

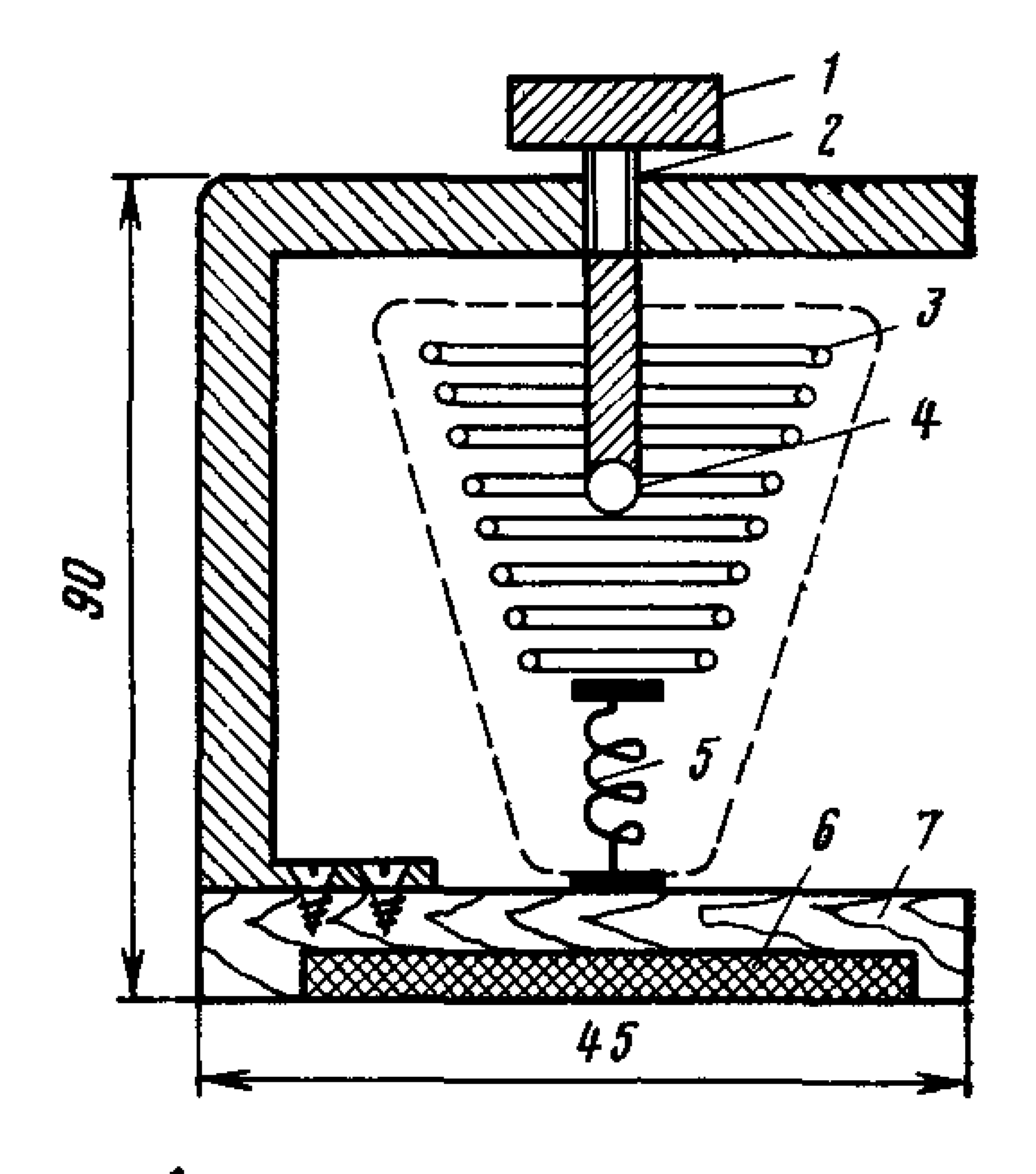



Рис. 18. Датчик с подвижным конусом

контактов. У первого из иих контакт датчика, выполиеиный в виде конуса, неподвижный, у второго — подвижный.

Рассмотрим в качестве примера конструкцию датчика по рис. 17. В ием подвижная часть коитактов укреплена иа осиовании 7, представляющем собой отрезок сухой доски, гетинакса или другого изоляциоиного материала. К осиованию шурупом или виитом прикреплеиа пружниа 5 — оиа должна быть не очень жесткой и ие очень мягкой. Жесткость пружины зависит от выбора материала для нее, диаметра пружиины, количества ее витков. Жесткость пружины следует подобрать такой, чтобы в спокойном состояиии укреплениый иа ией металлический шарик 4 не падал в сторону под действием своей массы, а находился в центре проволочиого конуса 3. Здесь конус 3 выполияет функцию неподвижиого контакта датчика, а шарик 4 — подвижного (в датчике рис. 18 функцию подвижиого коитакта выполняет коиус 3, а иеподвижиого — штырь, расположениый внутри коиуса). С пружииой чрезмерно большой жесткости датчик получится малочувствнтельным. Шарик, укрепленный на пружине, должен под действием своей массы завалнваться на бок и касаться коиуса при наклоне основаиия 7 приблизительио на 15 ... 20°. Чувствительиость датчика в некоторых иебольших пределах можно регулнровать изменением расстояиия между подвижиым и неподвижным контактами, например перемещением стержня (напрнмер, на рис. 17 между контактом 3 и контактом 4) неподвнжного контакта по вертикали в резьбовом соедиинении 2 вращеииeм ручки 1. При вращенин ручки в одиу сторону расстояние между контактами увеличивается, в другую сторону — умеиьшается. Соответствеино изменяется и чувствительность датчика. Подбирая таким способом чувствнтельность датчика, иетрудио добиться, чтобы ои срабатывал при вполне определенном, задаином угле иаклона виутреиией поверхиости кузова автомобиля, иа которой он закреплен осиоваиием. Конус 3 можио сделать, например, из медиого провода диаметром порядка 2 мм. Виткн этого провода иаматывают на каком-либо коиусообразном предмете виток к витку и затем снимают готовый конус. Изоляция провода иа виутреиией поверхиости конуса должна быть удалена для обеспечения электрнческого контакта. Кронштейн может быть выполнен из любого метал-

ла. В верхней его части относительно основания датчика делается резьбовое отверстие, например под болт М6. Для предотвращения контактов датчика от механических повреждений их можно поместить в какой-либо корпус, используя для этой цели, например, патрон от осветительной лампы накаливания (на рис. 18 он обозначен штриховыми линиями). Готовый датчик размещают в любом удобном месте автомобиля. Можно, например, разместить сверху бензобака в багажнике автомобиля. Но в этом случае необходимо специальное устройство крепления датчика к бензобаку, чтобы он не повреждался во время движения автомобиля.

Но, как показывает опыт, датчик может быть съемным. Для этого концы проводов, идущие к датчику, должны иметь штырьковую часть разъема, которую вставляют в гнездовую часть, находящуюся в багажнике. А для крепления датчика можно использовать постоянный магнит (на рис. 17, поз. 6), например от негодной головки громкоговорителя, встроенный в основание датчика. Удобен также кольцевой или пластинчатый постоянный магнит. Стоит прислонить датчик с таким основанием к бензобаку или другой металлической части автомобиля — и он закреплен. В таком случае монтаж и демонтаж датчика будет отнимать меньше времени, облегчается эксплуатация автосторожа.

При правильно подобранных жесткости пружины и зазора между контактами датчика даже небольшое покачивание автомобиля приводит к срабатыванию автосторожа. Однако стремиться к предельно большой чувствительности датчика не следует — может случиться, что даже при небольшом ветре он станет беспокоить автолюбителя. Необходимую чувствительность датчика всегда можно подобрать опытным путем, изменяя зазор между его контактами.

Предлагаемый автосторож прост, поэтому доступен для повторения в любительских условиях. Но ему присущи два недостатка. Один из них заключается в непрерывности звукового сигнала после срабатывания автосторожа — до тех пор, пока не откроют машину и не обесточат автосторож. Устранить или уменьшить этот недостаток можно двумя путями. Во-первых, включением обмотки звукового сигнала в одно из плеч мультивибратора [3]. Такой звуковой сигнал будет периодически включаться и выключаться — в зависимости от скважности колебаний, генерируемых мультивибратором. Во-вторых, продолжительность звукового сигнала можно ограничить заданным интервалом времени, равным, например, 1 мин. Для этого в автосторож надо будет ввести соответствующее реле времени. Автосторож несколько усложняется, но зато появляются другие возможности эксплуатации автомата.

Второй недостаток автосторожа — необходимость потайного выключателя снаружи автомобиля. Один из путей устранения этого недостатка — замена механического выключателя герконом с нормально замкнутыми контактами, например типа КЭМ1. Установить геркон можно на внутренней стороне ветрового стекла, где-то возле самого края стекла, чтобы не ухудшать обзорность.

Если с наружной стороны к геркону поднести постоянный магнит, его контакты разомкнутся и обесточат автосторож.

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ, МАГНИТНЫЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ ЗАМКИ

Переход от традиционных механических замков к электрическим, магнитным или электронным дает ряд преимуществ. Например, можно не носить ключ, оставляя его вместе с замком (в голове «носят» только его «секрет»).

Различных вариантов построения электрических, магнитных или электронных замков может быть много. В качестве исполнительного устройства обычно используют электромагнит постоянного тока. При подаче напряжения питания на обмотку электромагнита его якорь втягивается в обмотку и через механические тяги освобождает запирающее устройство замка двери. Наиболее целесообразно механическую тягу крепить к запирающему устройству замка типа «английский» через отверстие в его корпусе. В этом случае появляется возможность управления запирающим устройством замка и носимым ключом и при помощи электромагнита. Способ включения источника питания электромагнита зависит от конструкции замка и способа кодирования его «ключа».

Схема простейшего электрического замка приведена на рис. 19. При замыкании контактов кнопки SB1 создается цепь питания обмотки электромагнита: плюс источника, обмотка электромагнита YA1, замкнутые контакты кнопки, минус источника. Электромагнит срабатывает — его сердечник втягивается в обмотку и через тягу приводит в действие запирающее устройство замка двери. Если кнопка находится внутри помещения, то можно использовать дистанционное открывание входной двери. Такой замок может оказаться удобным для детей, инвалидов, если поворот ключа или соответствующей ручки для них затруднительны. Установка открытой кнопки на внешней стороне входной двери нецелесообразна.

Секретным ключом такого замка (вместо кнопки) может служить, например, проволочная перемычка, которой замыкают два контакта, замаскированные на наружной стороне двери или поблизости от нее. Если электромагнит замка питается непосредственно от электроосветительной сети, такой ключ его должен быть с надежным изоляционным покрытием. Можно, например, использовать стандартную штепсельную вилку, соединив между собой ее штырьки отрезком провода. Если выбрать более экзотический разъем, то вероятность подбора ключа уменьшается. Например, можно использовать в качестве розетки гнездо от реле РП-4, а выходной разъем самого реле использовать в качестве ключа. Кроме того, можно использовать стандартные разъемы любого типа: круглые, плоские, с любым числом контактов. Только должны быть две части разъемного соединения: штыревая и гнездовая. Чем больше штырьков в используемом разъеме, тем более сложную конфигурацию могут иметь перемычки в ключе и тем большая получается «секретность» замка.

Однако не всегда нужно стремиться к усложнению схемы замка, так как не всегда требуется его большая «секретность». Например, это может быть в случае, если нужно предотвратить доступ ребенка в шкаф, где хранятся лекарства. В этом случае достаточно использования самой простой схемы замка. При этом желательно, чтобы замок и ключ были небольших размеров. В качестве ключа и замка в этом случае можно предложить, например, использование гнезда и штеккера от телефонного коммутатора. Гнездо достаточно легко крепится к деревянным изделиям, занимает мало места, а штеккер, который

используется в качестве ключа, внутри должен иметь перемычку. Попытка подбора ключа со стороны ребенка вряд ли увенчается успехом, так как отдельные контакты внутри телефонного гнезда имеют разный диаметр. Поэтому использование отверток, гвоздей, кусочка провода и т. д. к успеху не приведут. Если объединить штеккер с авторучкой, то получается довольно удобный носимый ключ. Впрочем, могут быть и другие виды «ключей» электрических замков, например основанные на явлении электрического резонанса. Известно, что существуют два вида резонансных колебательных LC-контуров: последовательный и параллельный. Схемы таких контуров и графики, иллюстрирующие зависимость общего сопротивления контура от частоты подводимого сигнала, показаны на рис. 20 и 21. Из графиков следует, что сопротивление Z последовательного LC-контура (рис. 20) на частоте резонанса равно 0, параллельного LC-контура (рис. 21) — бесконечности. Иначе говоря, в момент резонанса последовательный контур подобен отрезку провода (точки А и Б замкнуты), а параллельный — обрыву между точками А и Б. Конечно, это только теоретически. Резонансная частота контура может быть определена по известному соотношению

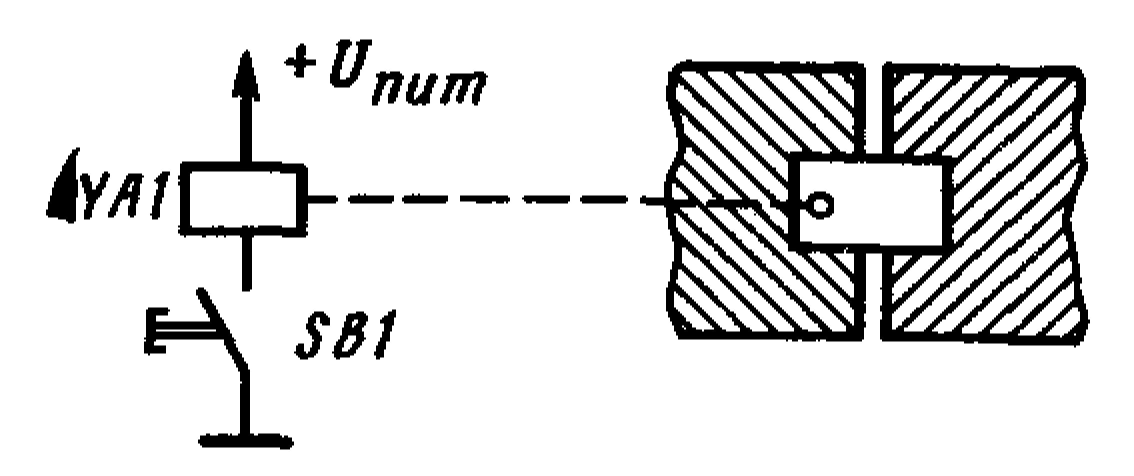


Рис. 19. Схема однокнопочного электрического замка

$$f_p = 1/2\pi\sqrt{LC},$$

где $f_p$ — резонансная частота контура, Гц; L — индуктивность катушки контура, Гн; C — емкость конденсатора контура, Ф. Минимальное или максимальное сопротивление контура проявляется тем ярче, чем меньше потери в нем и, в частности, чем выше добротность его катушки индуктивности.

Приборы с использованием резонансного метода хорошо работают только на тех частотах колебаний, на которых резонансные свойства контуров выражены наиболее ярко. Для замков наиболее приемлем диапазон частот 50... ...500 кГц.

При использовании для замка явления резонанса, его ключом может быть катушка индуктивности L или конденсатор C, входящие в колебательный контур. Если функцию ключа выполняет конденсатор, то контурная катушка должна находиться внутри замка, а на внешнюю сторону двери выведены два контакта, для подключения конденсатора. При подключении конденсатора к катушке в образовавшемся контуре возникает резонанс, изменяющий его сопротивление. Примером использования последовательного контура может служить замок, схема которого показана на рис. 22. Пока конденсатор $C_к$, являющийся ключом замка, не подключен к контактам соединителя X1, выведенным на наружную сторону двери, сопротивление контура L1C1 на участке АБ

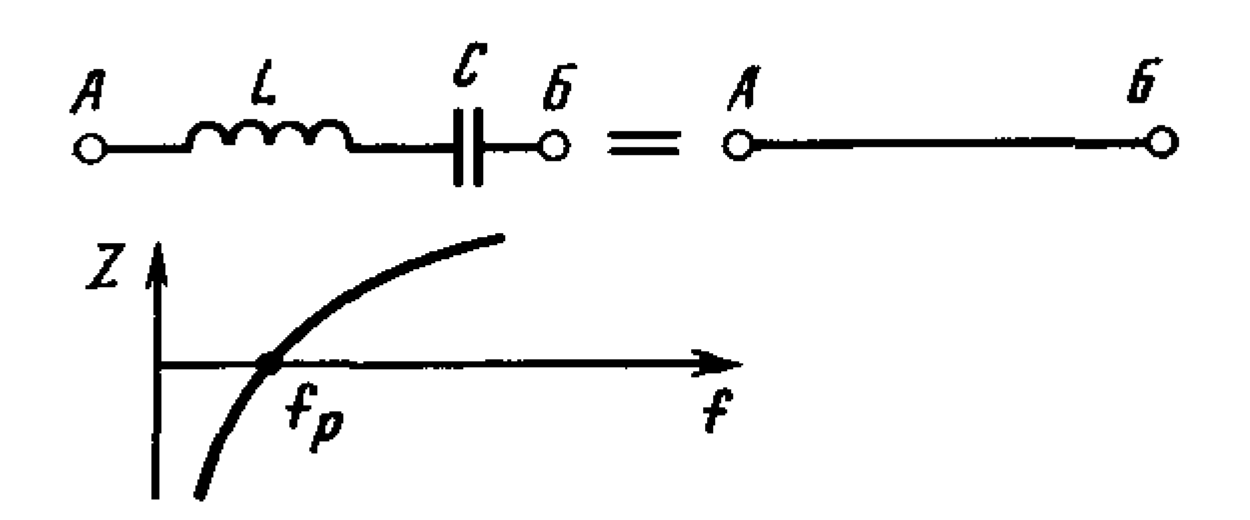


Рис. 20. Последовательный резонансный контур

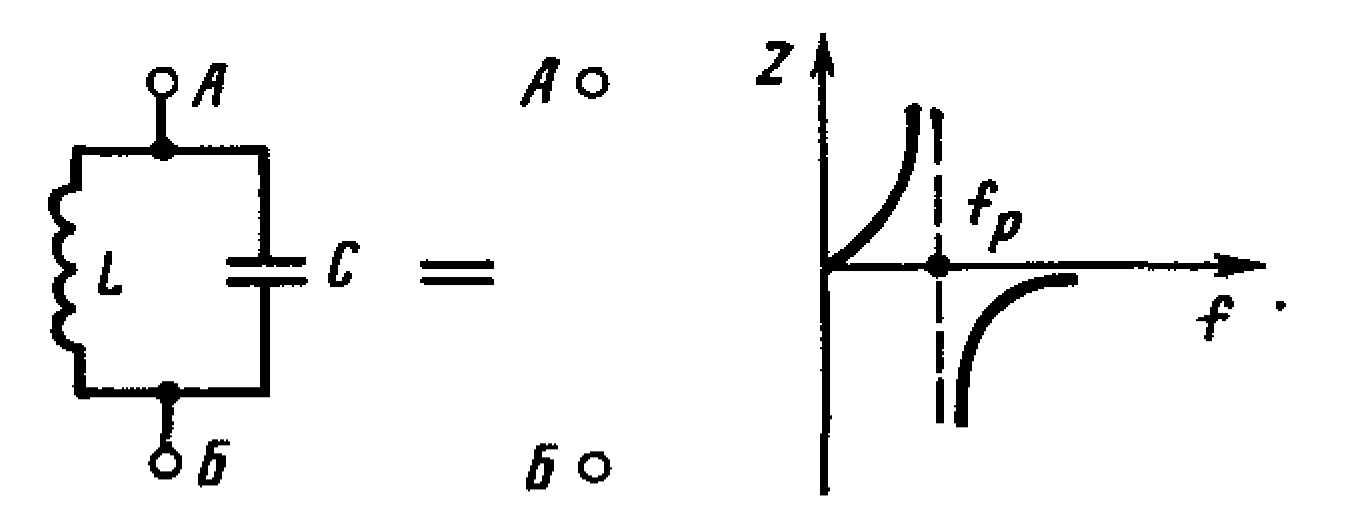


Рис. 21. Параллельный резонансный контур

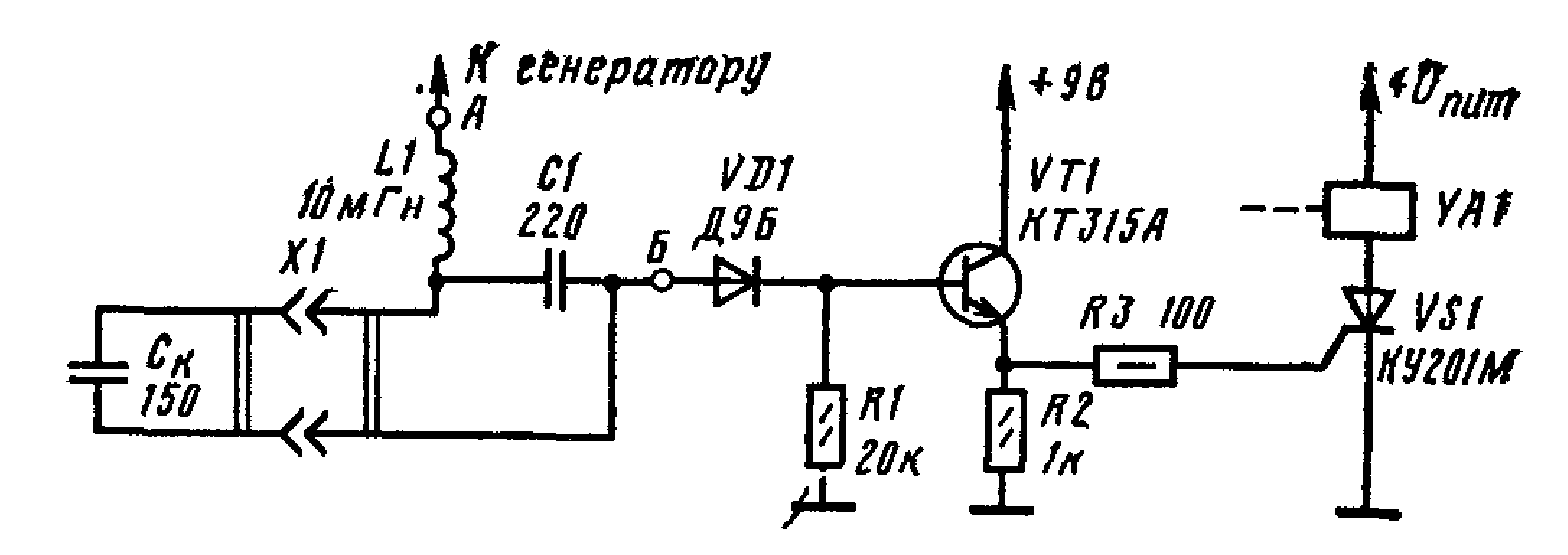



Рис. 22. Схема замка с последовательным резонансным контуром

большое, ток через резистор R1 незначительный и падение напряжения на нем недостаточно для открывания транзистора VT1. Если эти контакты замкнуть накоротко отрезком провода, состояние замка не изменится. Оно не изменится и при подключении к этим контактам катушки, резистора или какой-либо другой радиодетали. Устройство сработает только в том случае, если подключаемый конденсатор $C_к$ будет обладать вполне определенной емкостью (или близкой к ней), при которой в образовавшемся контуре $L1(C1+C_к)$ возникает резонанс. Тогда сопротивление контура резко уменьшится, ток генератора через диод VD1 и резистор R1 возрастает, напряжение, падающее на резисторе R1, откроет транзистор VT1, а следовательно, и тринистор VS1, сердечник электромагнита YA1 втянется его обмоткой — и дверь можно будет открыть.

Конденсатор C1 устанавливают с внутренней стороны двери. Он позволяет уменьшить емкость конденсатора-ключа и тем самым уменьшить его размеры, защищает каскад на транзисторе VT1 от воздействия внешних помех, и кроме того выполняет функцию разделительного конденсатора по постоянному току. Диод VD1 работает как однополупериодный выпрямитель переменного напряжения, поступающего к контуру (точка А) от генератора.

Генератор можно собрать на микросхеме К176ЛЕ5 (см. DD1 на рис. 8). Параметры входящих в него резистора и конденсатора должны соответствовать значению резонансной частоты контура замка. Так, для контура на частоту 50 кГц сопротивление резистора R1 должно быть 9,1 кОм, а емкость конденсатора C1 составлять 1300 пФ. Для резонансной частоты 100 кГц номиналы этих элементов генератора должны быть соответственно 4,7 кОм и 1300 пФ.

На рис. 23 показана схема замка с параллельным колебательным контуром. Здесь функцию ключа также выполняет конденсатор $C_к$.

Пока он не подключен к контактам X1, контур L1C1 не настроен в резонанс с частотой генератора и, следовательно, не оказывает заметного сопро-

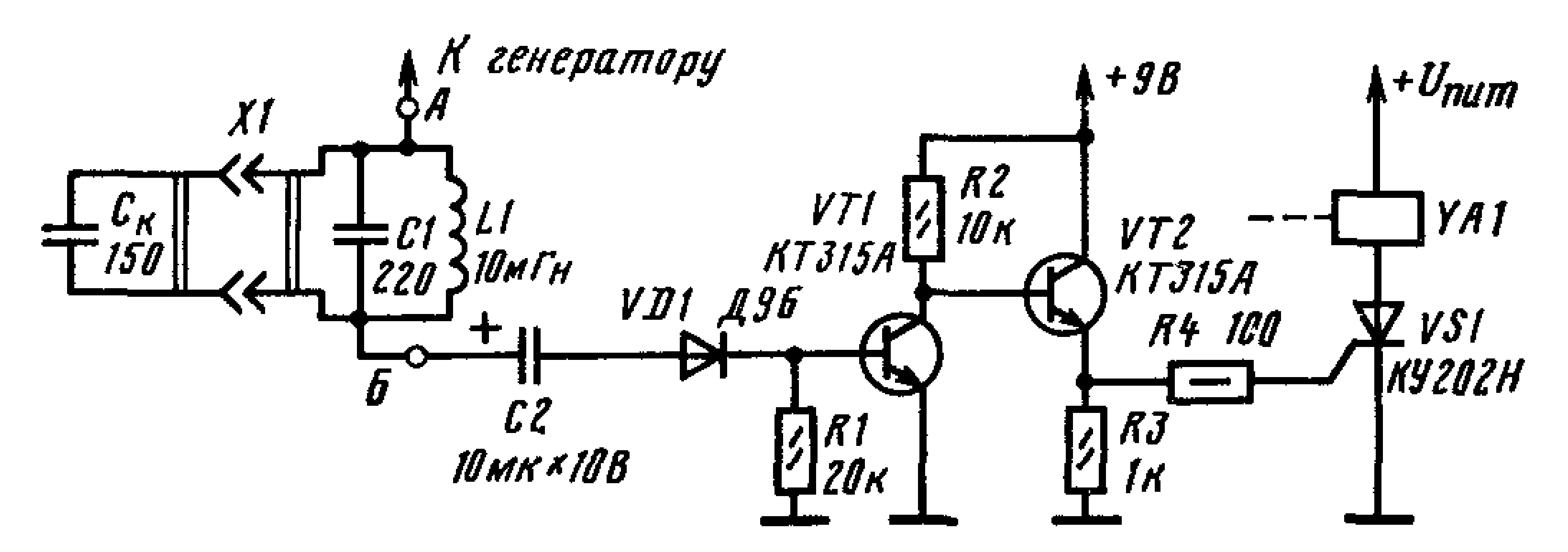



Рис. 23. Схема замка с параллельным резонансным контуром

тивления колебаниям генератора. Выпрямленное диодом VD1 напряжение частотой около 100 кГц открывает транзистор VT1, и, в свою очередь, закрывает транзистор VT2 и тринистор VS1. Это — исходный режим работы замка. При подключении к контактам X1 конденсатора $C_к$ определенной емкости контур L1($C1+C_к$) оказывается настроенным в резонанс с частотой генератора. Сопротивление его резко возрастает, ток через резистор R1 и падение напряжения на нем уменьшаются, вследствие чего транзистор VT1 закрывается, а транзистор VT2 и тринистор VS1, наоборот, открываются. В результате электромагнит YA1 замка срабатывает и позволяет открыть дверь.

Индуктивность катушки L1 и емкости конденсатора C1 резонансного контура замков зависят от частоты сигнала, поступающего от генератора. При частоте генератора порядка 50 кГц индуктивность катушки может быть 40 мГн, а суммарная емкость конденсаторов $C1+C_к$ может составлять 360...390 пФ.

Исполнительную цепь замка с тринистором (обмотка электромагнита — тринистор) следует питать от однополупериодного или двухполупериодного выпрямителя без сглаживающего фильтра на выходе [3]

Возможны и другие схемные решения замков и ключей, работающих на принципе резонанса. Например, в качестве ключа можно использовать катушку индуктивности (или часть ее), подключая ее к таким же входным контактам, а также систему связанных контуров или трансформаторную связь между транзисторными каскадами замка.

В случае трансформаторной связи первичная обмотка используемого трансформатора образует совместно с конденсатором-ключом колебательный контур, настроенный на заданную резонансную частоту. Со вторичной обмотки трансформатора сигнал подают на вход ключевого каскада, например на анод диода VD1, подключенного катодом к базе транзистора VT1 замка, смонтированного по схеме рис. 22.

Контурные катушки и конденсатор замка, работающего на резонансном принципе, можно располагать и с внутренней стороны двери. В таком случае катушку индуктивности наматывают на каркасе из изоляционного материала, в отверстие которого можно ввести ферритовый стержень соответствующего диаметра. Такого же диаметра сверлят и отверстие в двери. Катушку закрепляют таким образом, чтобы в ее каркас через отверстие входил ферритовый стержень Прн введении стержня внутрь катушки ее индуктивность резко возрастает, отчего так же резко изменяется и резонансная частота контура.

Ферритовый стержень может быть как круглого, так и прямоугольного сечения. Подойдет, например, ферритовый стержень, используемый для магнитных антенн транзисторных радиоприемников. Длина стержня должна быть такой, чтобы при введении его через отверстие в двери он углубился внутрь каркаса катушки на 40.. 60 мм.

Каркас катушки, по форме напоминающий шпульку из-под ниток (для удобства крепления), можно выточить из изоляционного материала, например оргстекла, или склеить из бумаги, тонкого картона Катушку наматывают проводом диаметром 0,1...0,5 мм с любым изоляционным покрытием (ПЭВ, ПЭЛШО и т. д). Намотав на каркас несколько сотен витков, вводят в него заготовленный стержень и измеряют индуктивность получившейся контурной катушки.

Индуктивность катушки можно измерить различными методами. Например, с помощью моста переменного тока или резонансным методом с использова-

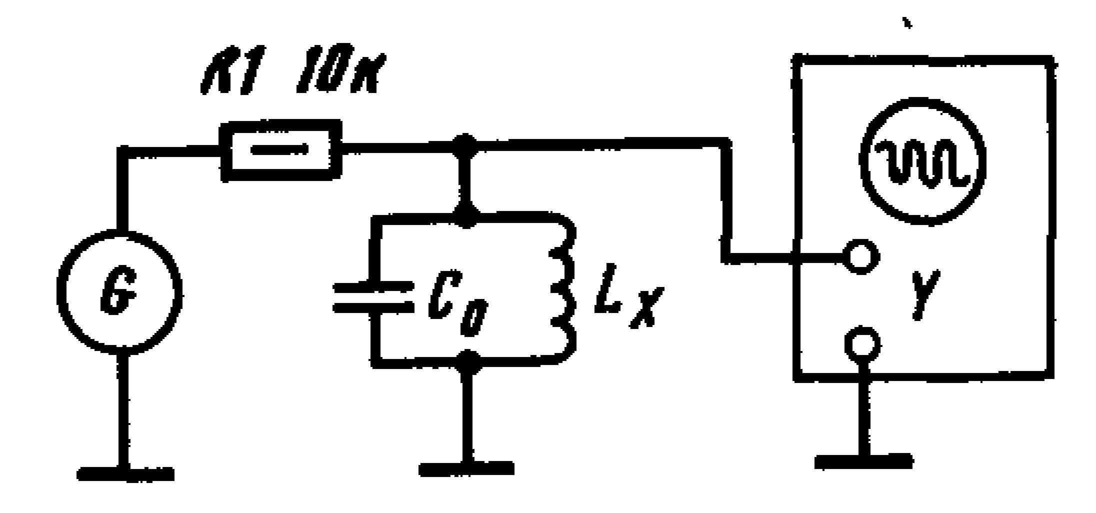
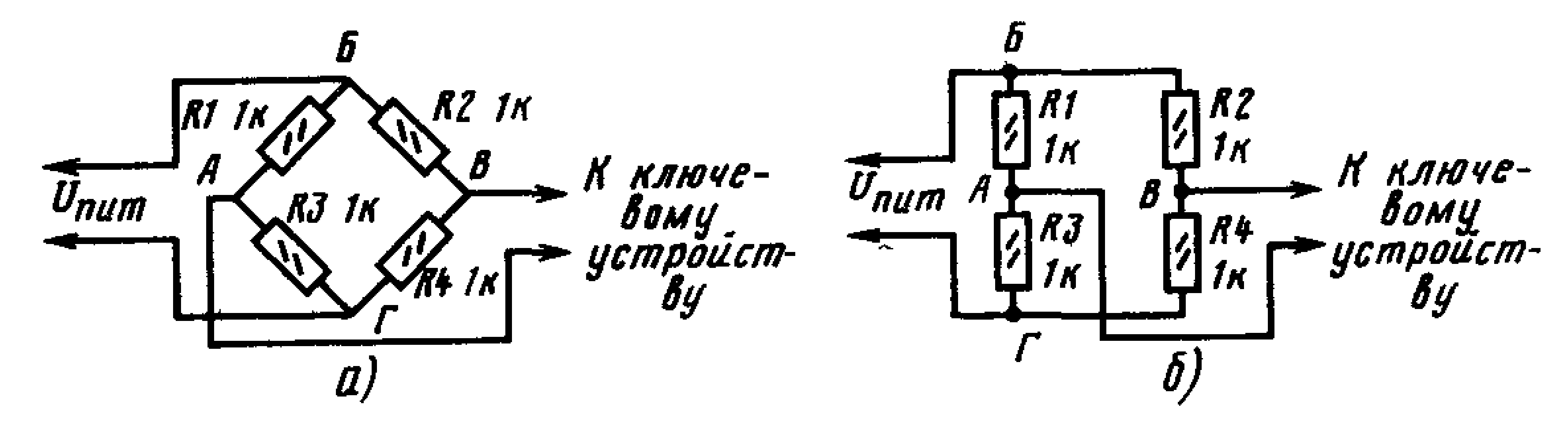



Рис. 24. Измеренне индуктивности резонансным способом

нием Q-метра тнпа Е9-4. Последний из этнх методов предпочтительиее, потому что позволяет одновременно определить и емкость кондеисатора, при которой в контуре возникает резонанс на выбраиной частоте генератора. Измерить индуктивность катушки можно также по схеме, показанной на рнс. 24. В этом случае потребуется генератор на соответствующий диапазон частот, например Г3-33, н осциллограф. Сигнал с выхода генератора G подают на параллельный контур, составленный из измеряемой катушки $L_x$ и образцового конденсатора $C_0$ емкостью примерно 100...1000 пФ, через резистор R1 сопротивлением 1...10 кОм. Измеияя частоту генератора, по размаху колебаний на экране осциллографа следят за иапряжением иа контуре. В момент резонанса иапряжение на контуре резко возрастает (иногда в иесколько раз — это завнсит от добротиости контура). Зная емкость конденсатора и резонансную частоту контура, нетрудно рассчитать индуктивность контуриой катушки. Одновременно с определением данных контура можно убедиться в том, что введеиие в каркас катушки других сердечников, иапример железного, к резонансу в контуре не приведет. Подобрать необходимую индуктивность катушкн можно увеличением или, иаоборот, уменьшеннем числа ее внтков.

Отметим характерные особеиности такого замка. Для него в двери иеобходимо всего одио сравнительио небольшое круглое отверстие или в виде щелн, что затрудняет подбор ключа посторонним. Попытка вставнть в отверстие различные предметы не приведет к срабатыванию замка. Сложно поломать и сам замок, особенно если в отверстие двери запрессовать металлическую втулку. «Ключ» в виде ферритового стержня удобен в эксплуатацни, но он достаточно хрупкий, поэтому иеобходимо оберегать его от ударов и снльиых механических воздействий. Если, однако, он поломается, его можно склеить клеем БФ-2 нли «Момент».

Определенный интерес представляют замки, в которых используется мостовой метод. Схема простейшего такого замка приведена на рис. 25,*а*,*б*. К одной из днагоналей моста, например к точкам Б и Г, подводят напряжеиие источнnка питання $U_{пит}$, а к другой диагоналн (к точкам А н В) подключают ключевое устройство, реагнрующее на минимальный сигнал в этой диагонали моста. Напряжение источника питания оказывается приложенным одновременно к двум соединенным параллельно делнтелям напряжения R1R3 н R2R4. Напряжение между точкамн А и В можно узнать из условия равновесия моста: R1R4=R2R3 (т. е. произведеиия сопротивленнй противоположных плеч моста должиы быть равны). Это требование отиосится к мостам как постояиного,




Рнс. 25. Схема электроизмерительного моста

так и переменного тока. Предположим, что плечи моста образуют резисторы следующих номиналов: R1=5 Ом, R2=1 Ом, R3=10 Ом и R4=2 Ом. При этом имеем R1R4=R2R3=10, т. е. мост сбалансирован. Напряжение точки А определяется делителем R1R3, коэффициент деления которого равен 2, а напряжение точки В — делителем R2R4, коэффициент деления которого тоже равен 2. В момент баланса моста точки А и В оказываются под одинаковым напряжением, поэтому если между ними включить измерительный прибор, он покажет 0.

В принципе, сопротивления резисторов можно изменять в широких пределах. Например, значения их сопротивлений могут составлять от 1 до 10 кОм. При равенстве сопротивлений всех четырех резисторов чувствительность моста получается максимальной. Питать же его можно переменным напряжением частотой от 50 Гц до 50 кГц, в том числе от сети переменного тока, пониженного до 5 ... 15 В.

Источником питания моста замка может быть генератор импульсов частотой 2 кГц, собранный на микросхеме К176ЛЕ5 (см. DD1 на рис. 8). А ключевое устройство, реагирующее на резкое снижение входного напряжения, можно выполнить по схеме, изображенной на рис. 26. Функцию ключа выполняет резистор определенного номинала. Если он не вставлен в замок, мост разбалансирован, переменное напряжение на входе ключевого устройства большое (несколько вольт). Это напряжение выпрямляется диодом VD1, сглаживается конденсатором С1 и открывает транзистор VT1. Транзистор VT1 открыт, транзистор же VT2 в это время закрыт, и ток через обмотку реле К1 не течет. При вставлении ключа в замок мост оказывается сбалансированным, и напряжение на входе ключевого устройства становится минимальным. При этом транзистор VT1 закрывается, транзистор VT2 открывается, срабатывает реле К1 типа РЭС10 (РС4.524.302) и своими контактами К1.1 подает питание на обмотку электромагнита YA1 — можно открывать дверь.

Сам замок с тремя резисторами моста на входе размещают на внутренней стороне двери, а на наружную ее сторону выводят два контакта в виде гнезд или штырьков. Соответствующие контакты должны быть и на выводах резистора-«ключа». При подключении к контактам резистора иного номинала или замыкании их отрезком провода дверь открыть не удается, потому что мост будет разбалансирован. В связи с тем, что сопротивление резисторов моста под действием различных внешних факторов, например температуры, может несколько измениться, что повлечет за собой разбалансировку моста, желательно, чтобы один из них был переменным. Подбирая его сопротивление, мост можно будет точно сбалансировать как при налаживании замка, так и в дальнейшем в процессе его эксплуатации. Сопротивление этого резистора должно быть в 2 ... 3 раза больше расчётного (или выбранного) сопротивления постоянного

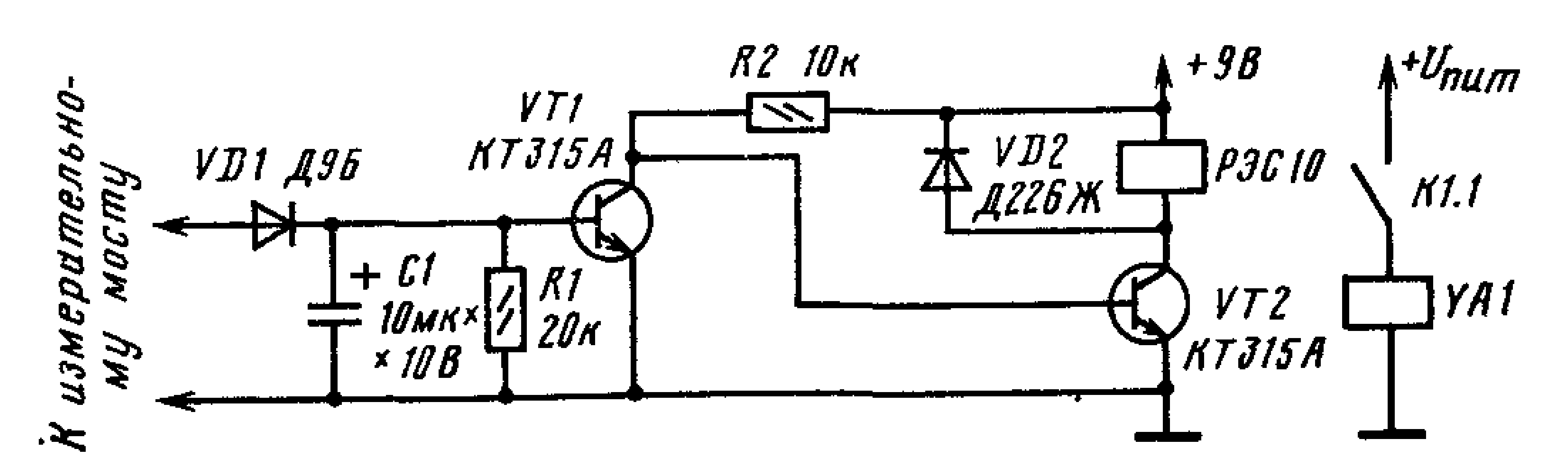



Рис. 26. Схема ключевого устройства

резистора, который заменяют перемениым резистором. Например, если сопротивленне постоянного резнстора равно 10 кОм, сопротивление переменного резистора может быть 20...30 кОм. Если сопротивление имеющегося перемеиного резнстора меньше, то последовательно с иим можно выключить постояиный резистор такого номинала, чтобы их суммарное сопротивление при среднем положенин двнжка у переменного резистора было 10 кОм.

Но входной мост такого замка может состоять из четырех конденсаторов одинаковой емкости в пределах от десятков пикофарад до нескольких микрофарад. Для точной балансировки моста один из них может быть конденсатором переменной емкости Желательно, чтобы емкостное сопротивление конденсаторов на частоте переменного напряжения, питающего мост, было 5...10 кОм.

Конденсаторный замок не чувствителен к подключению к контактам, выведенным на наружную стороиу двери, резисторов, катушек индуктивностей, проводннков, конденсаторов иных чем ключевой емкостей, а также подключению внешних источников напряжения. Поэтому подбор ключа к такому замку весьма затруднеи. Подбор «ключа» можно еще больше затруднить, если для моста использовать конденсаторы нестандартной емкости путем параллельиого или последовательного соединеиия конденсаторов стандартных номиналов. Повысится, следовательио, и «секретность» замка.

Следует отметить, что замкн, собраиные на резисторах или конденсаторах, могут нметь достаточно большое число несовпадающих ключей. Для изменения «кода» ключа достаточно изменить сопротивления одиого или нескольких резисторов в схеме моста, собранного на резисторах, либо изменить емкость одного или нескольких конденсаторов в схеме моста, собранного на конденсаторах. Этого же эффекта можно добиться и включением части ключа в схему моста Например, мост, собранный на резисторах, имеет в каждом плече резисторы сопротивлеинем 5 кОм. Следовательно, и ключ имеет сопротивление 5 кОм. Если в схеме моста в плечо, к которому подключается ключ, заранее включить дополннтельный резистор сопротивлением 2 кОм, то в этом случае сопротивленне ключа будет уже 3 кОм. Если дополнительный резистор взять переменным, то возможности разнообразия ключей н удобство обращения с замком значительно расширяются.

Описываемые схемы замков обладают и еще одним преимуществом, например по сравнению с обычными механическими замками они позволяют довольно простыми средствами н достаточно быстро тиражировать ключи в случае возникновення такой необходимости. А такая иеобходимость может возникнуть, напрнмер, в случае, еслн на входную дверь подъезда какого-то дома устанавливают замок и нужно снабднть одинаковымн ключами всех жильцов этого подъезда. Аналогичная проблема может возникиуть, например, в дачно-садовом кооперативе, на лодочной станции, в кооперативном многобоксовом гараже н т. д.

Используя идею вынесения частн схемы замка в виде ключа к ней, можно самостоятельно разработать «свою» схему замка, секрет которого будет известен только его автору Для желающих можем предложить в качестве примера следующие рекомендации. Например, в качестве ключа можно использовать половину схемы мультивибратора, диод, транзистор н т. д. На рис. 27 приведена схема варнанта мостового замка с общим питанием от электроосветительной сети напряжением 220 В, обладающего рядом преимуществ по сравнению с описанными выше. Его ключ представляет собой последовательно

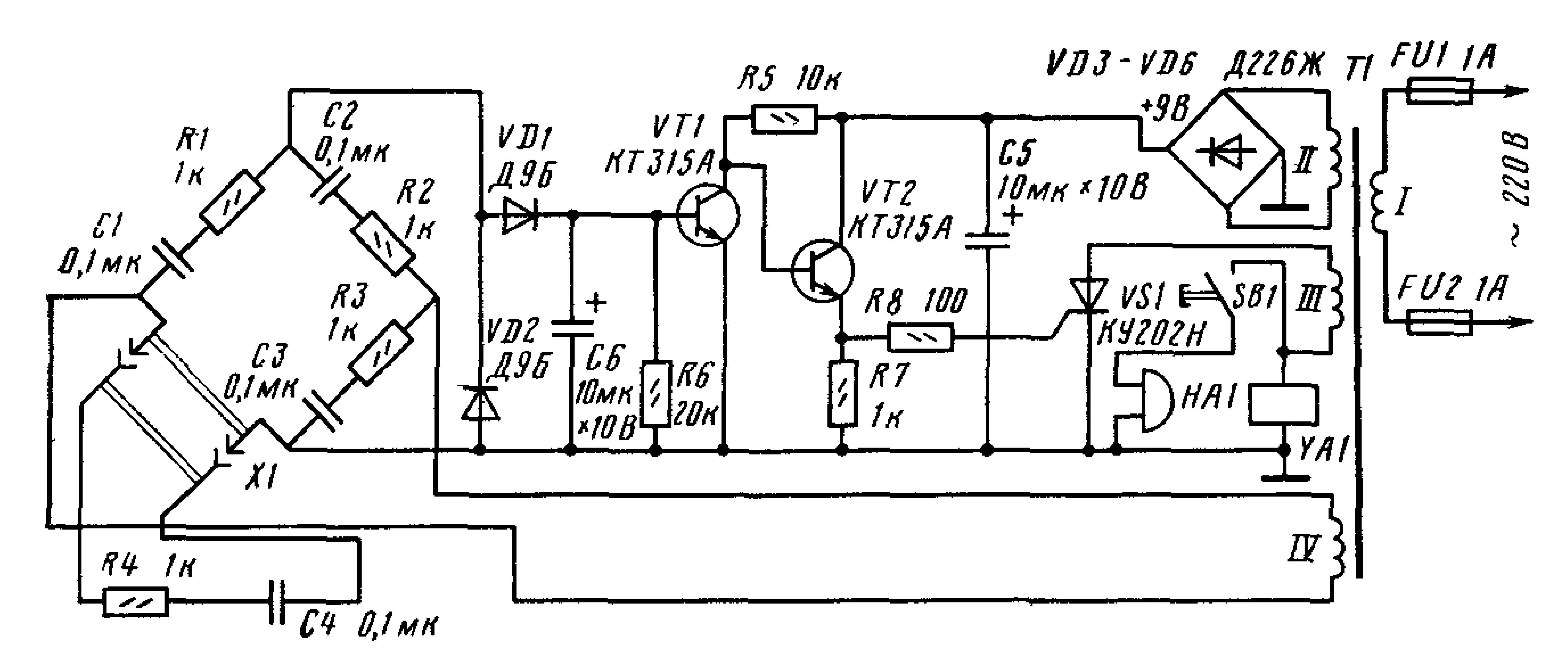



Рис 27 Схема замка мостового типа

соединенные резистор R4 и конденсатор C4. Другие плечи моста, питающегося переменным напряжением, снимаемым с обмотки IV сетевого трансформатора T1, образуют цепочки аналогичных деталей. Пока «ключ» не подключен к контактам X1, мост разбалансирован, с него на вход ключевого устройства поступает переменное напряжение, которое выпрямляется диодом VD1, сглаживается конденсатором C6 и открывает транзистор VT1 Транзистор VT2 при этом закрывается сам и закрывает тринистор VS1, а он обесточивает обмотку электромагнита YA1. Замок закрыт.

При подключении «ключа» к контактам X1 мост оказывается сбалансированным, отчего транзистор VT1 закрывается, а транзистор VT2 и тринистор VS1 открываются. Электромагнит YA1 срабатывает и своим якорем через систему механических тяг освобождает защелку механического замка — дверь можно открывать. При отсоединении ключа от контактов X1 все устройство принимает исходное состояние, когда мост разбалансирован, а обмотка электромагнита обесточена Диод VD2 предотвращает разрыв базовой цепи транзистора VT1 в отрицательные полупериоды на входе ключевого устройства.

Мост, а значит и замок в целом, реагирует только на подключение к входным контактам соответствующего «ключа» — последовательное соединение конденсатора C4 и резистора R4, вполне определенных номиналов и никак не реагирует на подключение к ним постоянных напряжений любой полярности, потому что в плечах моста есть конденсаторы.

Источником питания ключевого устройства служит двухполупериодный выпрямитель на диодах VD3—VD6 с выходным напряжением (на конденсаторе C5) 9 В Напряжение на электромагнит подается через тринистор с обмотки III сетевого трансформатора T1. Напряжение на ней должно соответствовать используемому электромагниту. Для электромагнита, используемого в магнитофоне «Комета-212», оно должно быть 42 В. Напряжение обмотки IV, питающей мост, 10...15 В. В цепи обмотки предусмотрена кнопка SB1, нажатием на которую дверь можно открыть изнутри помещения.

На рис. 28 показана схема простейшего кодового замка на переключателях. Переключатели SA1—SA4 и электромагнит YA1, сердечник которого механически связан с защелкой замка, находятся с внутренней стороны двери, а переключатели SA5—SA8 — на наружной стороне двери. При определенном

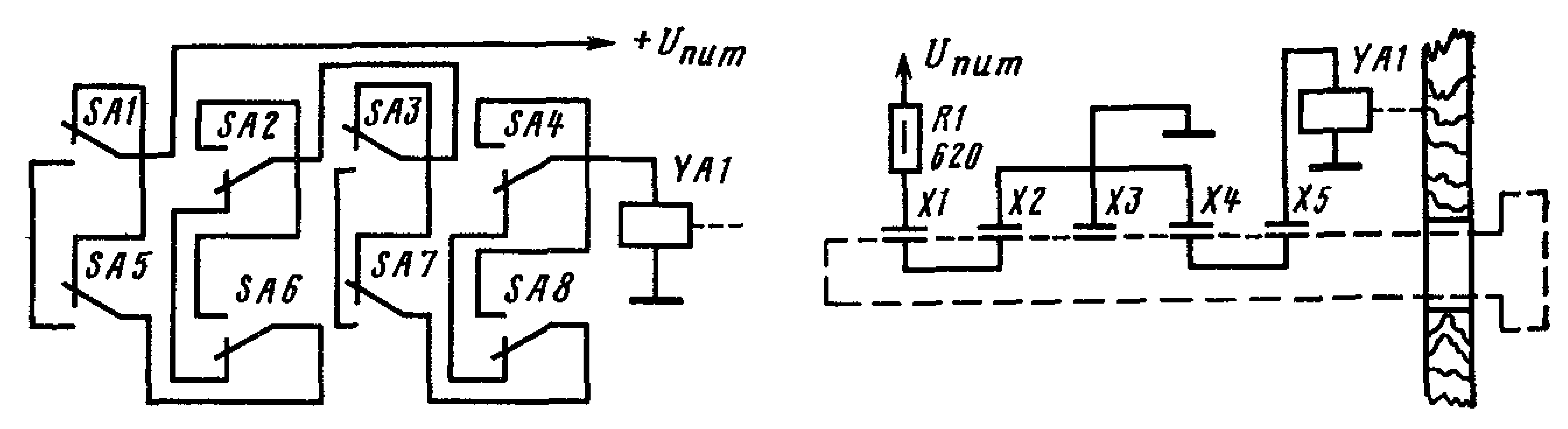



Рис. 28. Схема замка на переключателях

Рис. 29. Схема замка, работающего по методу совпадения

положении контактов переключателей SA1—SA4 цепь срабатывания электромагнита возможио создать, только установив в такие же положения контакты переключателей SA5—SA8. Если состояние хотя бы одного из переключателей SA5—SA8 будет отличаться от состояния соответствующего переключателя в группе SA1—SA4, цепь питания обмотки электромагнита будет разорвана.

Переключателями SA1—SA4 устанавливают условный код замка, и пока переключателями SA5—SA8 не будет набран такой же код, открыть дверь не удастся. С увеличением числа пар переключателей «секретность» замка повышается.

Интересны и просты электромагнитные замки с «ключами», выполненными из листового фольгированиого материала. Схема возможного вариаита такого замка с ключом показана иа рис. 29. На нем сам «ключ» с пятью контактами на нем, образующими с контактами замка соединение X1, X2, X4, X5, обведен штриховыми линиями. Чтобы дверь можно было открыть, необходимо, чтобы контакты ключа, вставленного через щель двери с наружной стороны, замкнулись с соответствующими контактами замка. Только в этом случае цепь питания обмотки электромагнита окажется замкнутой, электромагнит сработает и отведет защелку дверного замка. Электромагнит не сработает, если контакты «ключа» и замка ие совпадут, например, при недоведенном до определенной отметки на «ключе».

Увеличивая число коммутируемых контактов замка и ключа, или используя для ключа двусторонне фольгированный материал, «секретность» замка можно повысить.

Ключ такого замка может быть круглого сечения с контактами в виде колец. Вдоль стержня из изоляционного материала протачивают канавку, укладывают в нее проволочные перемычки и заливают их эпоксидным клеем. После схватывания клея поверхность ключа шлифуют — получается устройство с чередующимися изоляционными участками между металлическими кольцами. Еще одна конструкция ключа электромагнитного замка показана на рис. 30. Кнопочные микровыключатели SB1—SB5 (например, типа ТМ-1) крепят внутри замка в ряд таким образом, чтобы «горбы» волнистой поверхности ключа, вставленного через отверстие в двери, иадавливали на кнопки соответствующих микровыключателей (рис. 30,*а*). Если такого совпадения не будет, обмотка электромагнита останется обесточенной и замок не сработает. В этом — секрет замка. Следует отметить ряд особенностей такого замка. Во-первых, надежность контактов микровыключателя достаточно высокая. Во-вторых, код замка можно сделать достаточно «засекреченным». Для этого можно на поверхности ключа сделать несколько углублений. В рабочем ря-

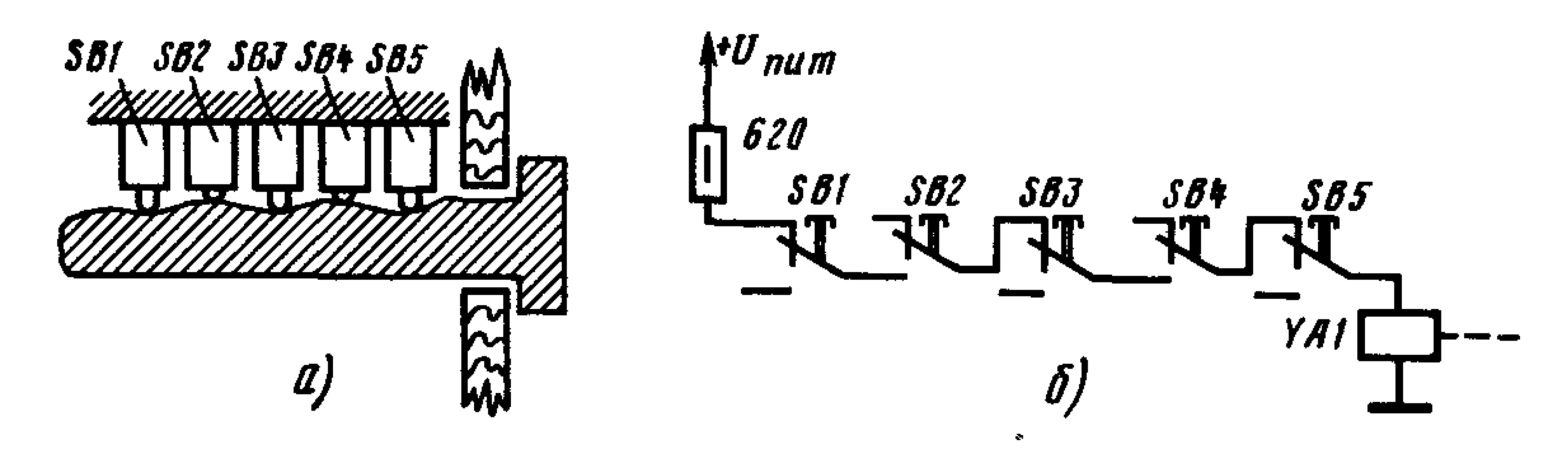



Рис. 30. Замок на микровыключателях

ду углублений можно сделать также несколько ложных углублений. В результате по внешнему виду ключа будет трудно, а чаще невозможно угадать правильный код замка. Кроме того, имеется возможность располагать микровыключатели в несколько параллельных рядов, либо в шахматном порядке, либо с двух сторон ключа. Наконец, поверхность ключа можно выполнить ступенчатой или с переменной толщиной. Можно для коммутации микровыключателей использовать не углубления в ключе, а наоборот, некоторые выступы. При этом технология изготовления ключа усложняется: если углубление легко сделать при помощи сверления на некоторую глубину, то выступы придется наклеивать, напаивать и т. д. В-третьих, грани углублений (или выступов) на поверхности ключа должны иметь плавные переходы, иначе можно сломать микровыключатель.

Принципиальная схема замка на микровыключателях зависит от их числа, желаемой степени «секретности» замка и выбранной схемы коммутации контактов микровыключателей. Общая идея ее построения сводится к следующему: если нажаты кнопки одной группы вполне определенных микровыключателей и отжаты у другой группы микровыключателей, то создается цепь срабатывания реле или электромагнита. Если хотя бы одна из кнопок в любой группе микровыключателей находится не в требуемом положении — цепь срабатывания разрывается (рис. 30,б).

Рассмотрим некоторые особенности построения схем замков, работа которых базируется на использовании постоянных магнитов. Для краткости будем называть их «магнитными замками». Использование магнитов позволяет получить самые надежные замки и ключи с точки зрения устойчивости их работы. Например, заменяя в только что рассмотренном замке микровыключатели на герконы, а углубления в теле ключа на постоянные магниты, получаем достаточно удобный и надежный замок. Конструкция ключа такого замка схематично показана на рис. 31. В рассматриваемом случае сечение ключа может быть как круглым, так и плоским, либо любой другой конфигурации. Кстати, конфигурация отверстия под ключ является одним из секретов замка (не всегда под рукой у недоброжелателя окажется предмет нужной конфигурации). Кроме того, чем меньше сечение отверстия для ключа, тем труднее повредить

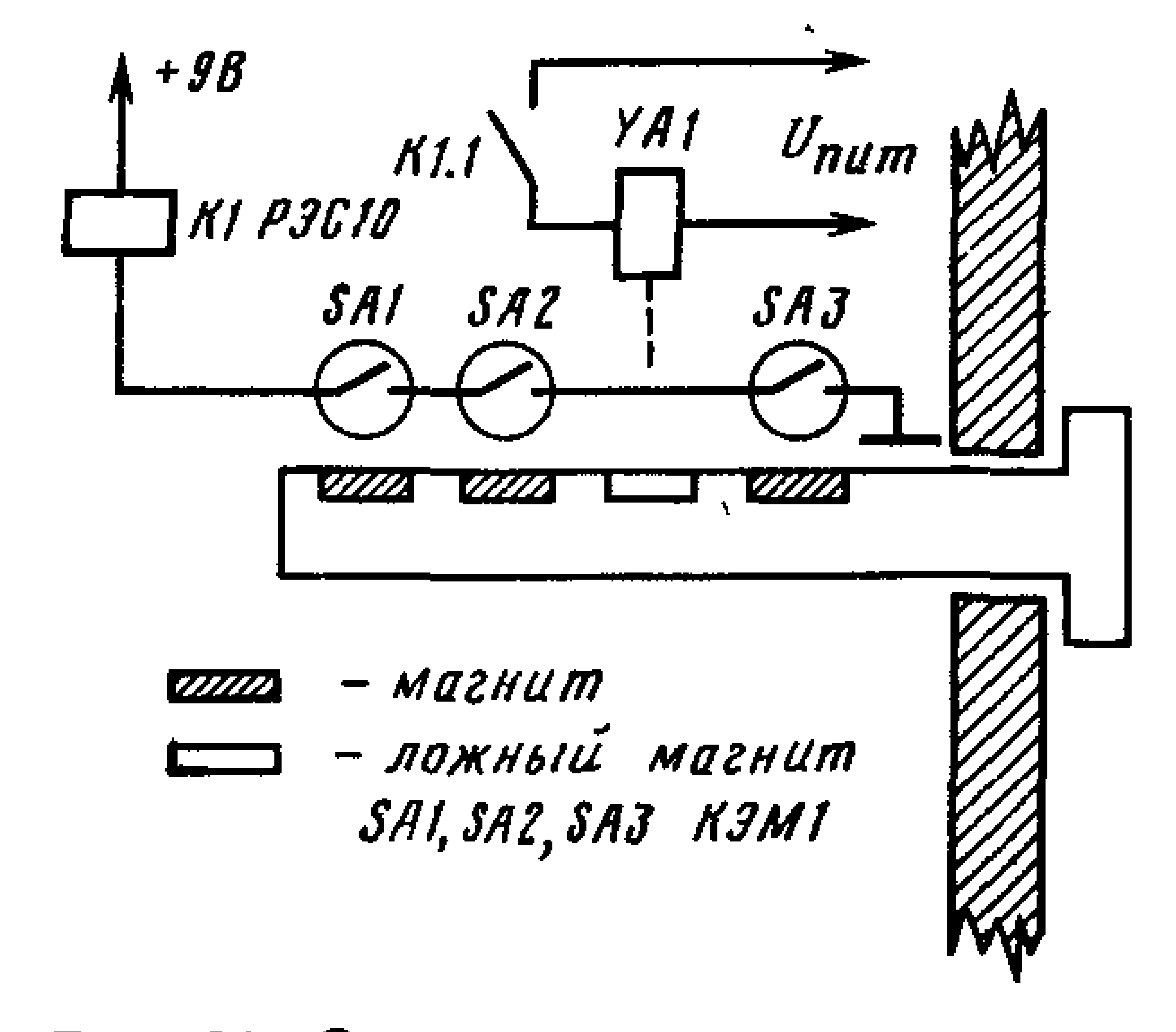



Рис. 31. Схема магнитного замка

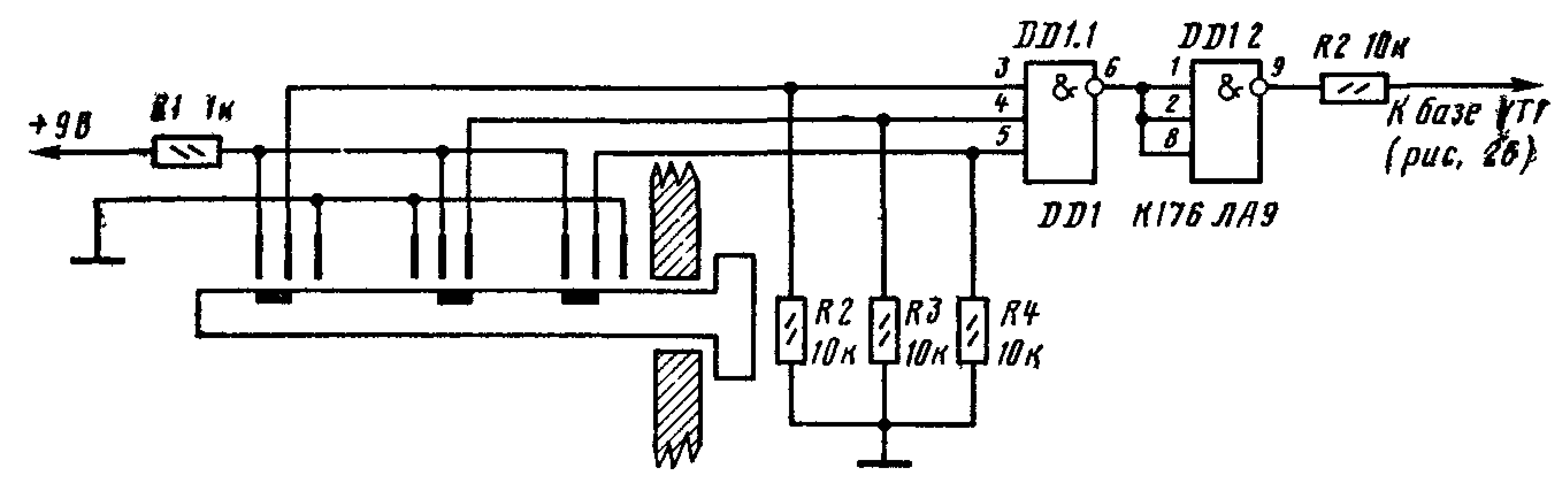



Рис. 32. Замок с использованием переключаемых контактов

Схема одного из такнх замков приведена на рис. 32. В замке такого варнанта три контактные группы, работающие на замыкание. В принципе же их может быть значительно больше. При вставленни ключа в замок его проволочные перемычки замыкают контакты замка и тем самым подают плюсы на все входы логического элемента 3И—НЕ микросхемы К176ЛА9 На его выходе (вывод 6) появляется напряжение низкого уровня, а на выходе элемента DD1.2, включенного инвертором — напряжение высокого уровня. Сигнал этого уровня с вывода 9 элемента DD1.2 через резистор R2 можно подать иа любое ключевое устройство, например выполненное по схеме рис 26 (на базу транзистора VT1). Если ключ окажетси с другим расположением контактов илн вместо него вставить металлический предмет, то замок не откроется, потому что при замыкаиин всех групп контактов на входы элемента DD1.1 попадает напряжение низкого уровня.

Контакты в замке можно располагать с одной или с обеих сторон ключа. Сам же ключ можно сделать нз фольгированного гетинакса или стеклотекстолита. Если число контактных групп в замке выбрано большим, чем число входов одного элемента 3И—НЕ, иапрнмер 7, то можно поступить следующим образом: объединить при помощи двух элементов типа DD1.1 две совокупности выходов контактиых групп Один элемент объединит четыре выхода, второй — трн. Затем с выходов этих элементов сигналы объединяются при помощи третьего аналогичного элемента. При этом иа второй элемент будет подано всего три сигнала, а он имеет четыре входа, поэтому на четвертый вход нужно подать сигнал с одного из первых трех входов Прн этом не имеет значения, с какого именно. Аналогично нужно поступнть и с третьим элементом. Он имеет четыре входа, поэтому можно подать, например, один из сигналов с выхода первого или второго элемента одновременно на любые два входа, а сигнал со второго элемента подать одновременно на оставшиеся два входа либо один из выходных сигналов первого и второго элемента можно подать сразу на трн входа третьего элемента.

Но, пожалуй, нанбольшнй технический интерес представляют замки с использованием в них счетчиков электрических импульсов. Введение счетчиков в замок с кнопочным управлением резко повышает сложность подбора кода замка

Схема возможного варианта такого замка приведена на рис. 33. В ием работают трн микросхемы К176ИЕ8 (DD1—DD3) — десятичные счетчики с дешифраторами. При одновременном нажатии на кнопки SB4 — SB6 счетчики обнуляются. Нажатие иа одну из киопок SB1 — SB3 эквивалентно поступле-

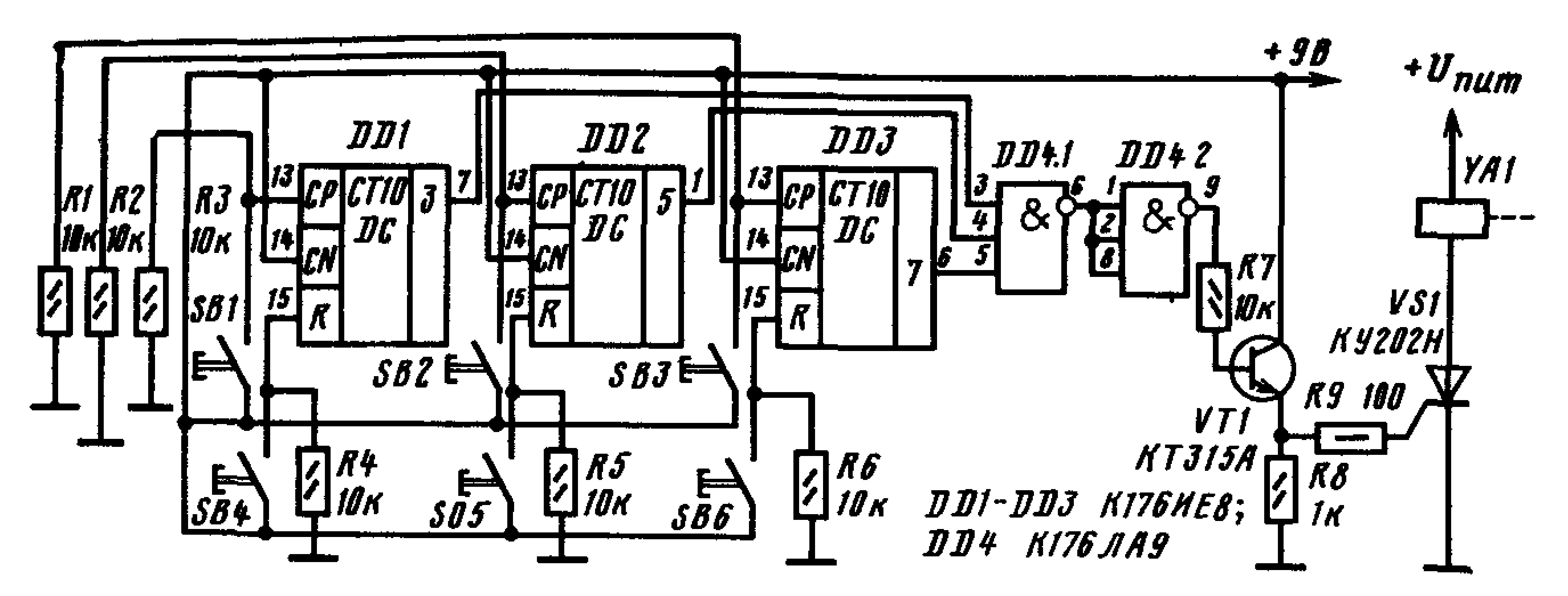



Рис. 33. Упрощенная схема замка на цифровых микросхемах

нию на вход соответствующего ей счетчика одного импульса. Поэтому при трехкратном, например, нажатии на кнопку SB1 на входе счетчика DD1 появляется три импульса, при пятикратном нажатии на кнопку SB2 на входе счетчика DD2 появляется пять импульсов, при семикратном нажатии на кнопку SB3 на входе счетчика DD3 появляется семь импульсов. В этом случае дешифраторы микросхем DD1—DD3 окажутся в состоянии 3—5—7, что соответствует выбранному коду замка. Элемент DD4.1 объединяет выходные сигналы микросхем, в результате чего на его выходе возникает напряжение низкого уровня, которое инвертируется элементом DD4.2 и открывает транзистор VT1 и тринистор VS1. При этом срабатывает электромагнит YA1 замка. Если, однако, на вход любого из счетчиков подать число импульсов, которое не соответствует выбранному коду, то замок не откроется, потому что на одном из входов элемента DD4.1 будет напряжение низкого уровня При нажатии на одну из кнопок SB4 — SB6 соответствующий ей счетчик обнуляется. Например, если кнопкой SB2 на вход счетчика микросхемы DD2 подано пять импульсов и он установился в состояние «5», а затем ошибочно (не зная кода) нажать на кнопку SB5, то эта микросхема перейдет в состояние «0», потребуется повторная подача пяти импульсов на ее вход кнопкой SB2, чтобы установить ее в состояние «5».

Замок, собранный по схеме рис. 33, будет работать нормально только в том случае, если кнопки SB1 — SB3 не дают дребезга контактов. У обычных кнопок, например типа МТ-1, дребезг контактов, как правило, неизбежен в момент нажатия ее подвижный контакт многократно соприкасается с неподвижным контактом. Каждое же касание контактов воспринимается счетчиком как самостоятельный импульс, так как быстродействие микросхем по сравнению с временем дребезга контактов намного выше В результате при однократном нажатии на кнопку счетчик может фиксировать серию импульсов. В подобных устройствах для предотвращения ложных сигналов применяют специальные кнопки или вводят в них дополнительные элементы, устраняющие дребезг контактов. В качестве таких элементов обычно используют триггеры.

Принципиальная схема замка, в котором дребезг контактов кнопок устраняется триггерами, показана на рис. 34, а его печатная плата и соединение деталей на ней на рис. 35.

На входах D-триггеров DD5.1, DD6.2, DD6.1 устанавливают кнопки SB1 — SB3, работающие на переключение. В исходном состоянии замка на входы R

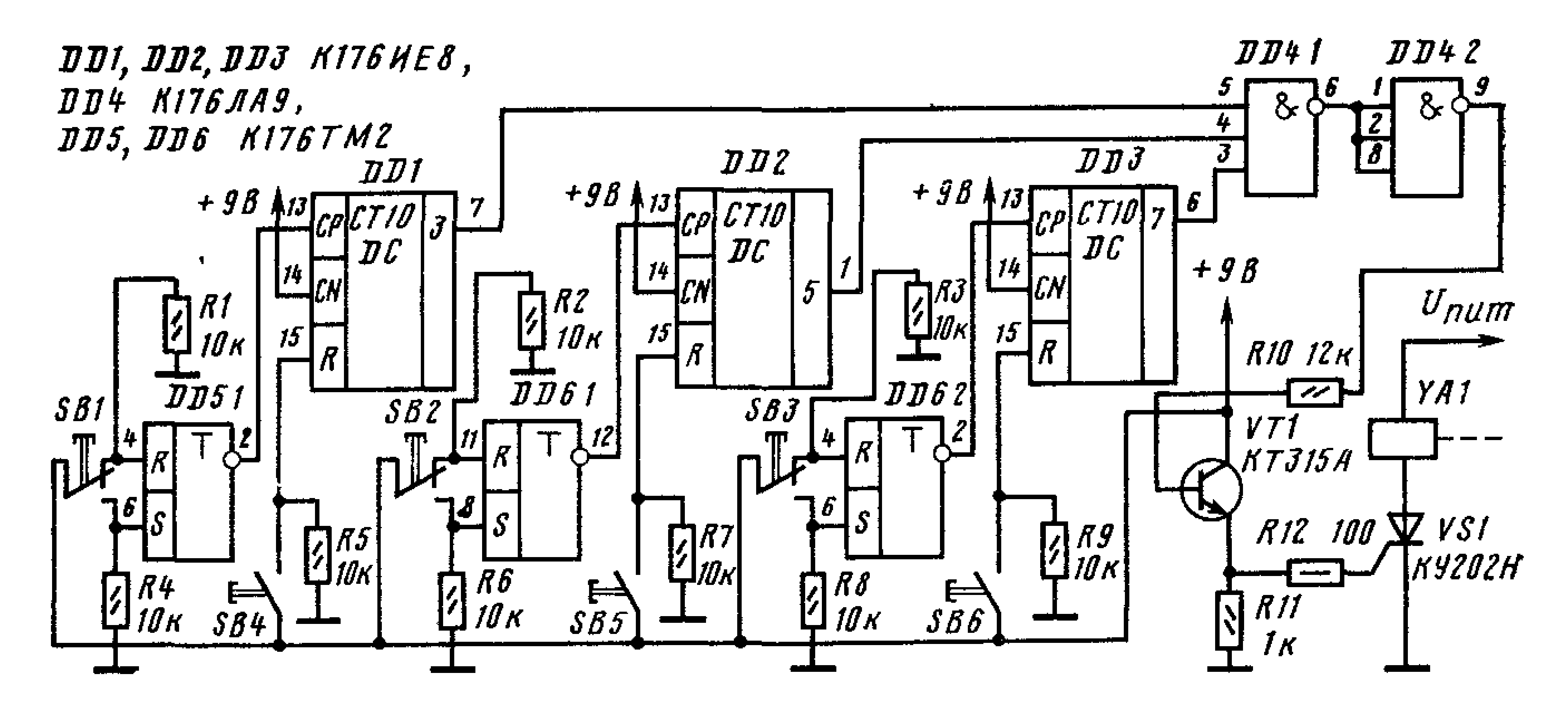



Рис 34 Схема шестикнопочного замка на микросхемах

триггеров через контакты кнопок SB1 — SB3 подается напряжение высокого уровня. В это время на их инверсиых выходах действует напряжение низкого уровня, на которое счетчики микросхем DD1 — DD3 не реагируют При нажатии на одну из кнопок SB1 — SB3 соответствующий ей триггер переключается в противоположное состояние, на его инверсном выходе появляется напряжение высокого уровня, которое соответствующий счетчик воспринимает как один импульс. Дребезг же контактов самой кнопки сохраняется, но триггер на него не реагирует. В остальном работа этого замка аналогична работе замка предыдущего варианта.

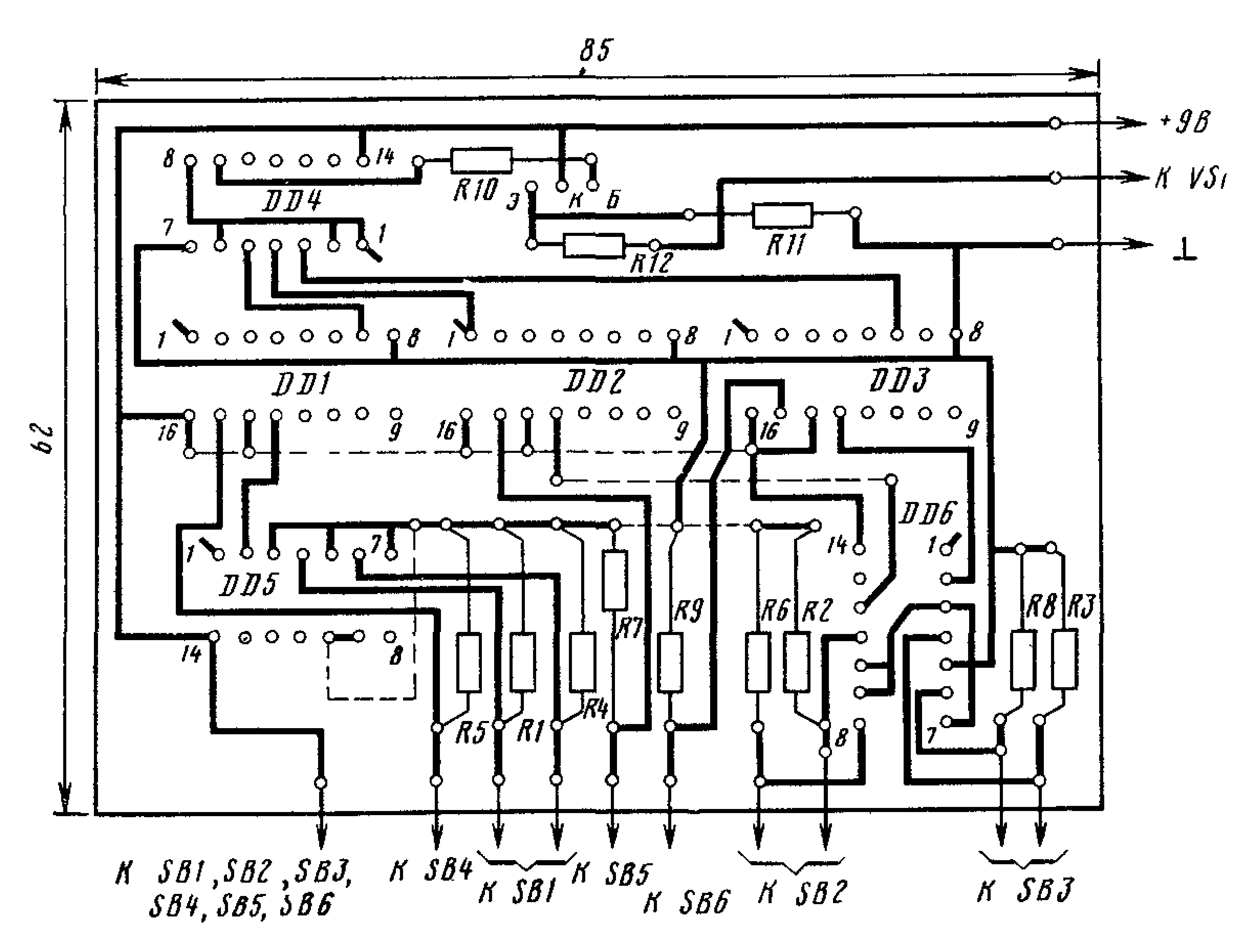



Рис. 35. Монтажная плата замка

Для повышення секретности замка можно ограничнть время набора правнльного кода замка. Если за это время код не будет набран полностью и правильно, замок обесточится и, следовательно, не сработает

Ограничить время набора кода можно введением в замок реле времени (рис. 36), дополняющего замок, собранный по схеме рнс. 34. При одновременном нажатии на кнопки SB4 — SB6 (по схеме рис. 34) напряженне высокого уровня поступает одновременно на все входы элемента 3И—НЕ (DD7.1) микросхемы К176ЛА9. На его выходе (вывод 6) появляется напряжение низкого уровня, а иа выходе инвертора DD7.2 (вывод 9) — высокого уровня, которое через резистор R4 подается на базу транзистора VT2 и открывает его. Одновременно срабатывает реле К1 типа РЭС10 (паспорт РС4 524.302) и своими контактами К1.1 шунтирует времязадающий конденсатор С1. Транзистор VT3 прн этом закрывается, транзистор VT4 открывается, срабатывает реле К2 и своими контактами К2.1 подключает к замку нсточник питання (к схеме на рис. 34) — замок готов к набору кода.

В цепочку, определяющую длительность работы реле времени, входят конденсатор С1 и резистор R5. Время зарядки конденсатора С1 через резнстор R5 до напряжения, при котором транзистор VT3 открывается, н определяет длительность работы реле времени. Это время, выраженное в секундах, численно равно произведению емкости конденсатора С1 (в фарадах) на сопротивление резистора R5 (в омах). Например, если требуется выдержка времени 20 с, то емкость конденсатора С1 может быть 200 мкФ, а сопротивление резистора R5 около 100 кОм При этом постоянная времени этой времязадающей цепи будет

$$\tau = C_1 \cdot R_5 = 200 \cdot 10^{-6} \cdot 100 \cdot 10^{3} = 20 \text{ с}$$

Для уменьшення длительностн работы реле времени, например, в 2 раза, можно в 2 раза уменьшить сопротивление резистора R5. Увелнчить же это время, например, в 3 раза можно увеличением сопротивления этого резнстора в 3 раза. Резистор R5 может быть и переменным, это позволит плавно регулировать длительность работы реле времени.

Но при введенин в замок реле времени не следует забывать, что если за время его работы ие удается правнльно набрать код, реле К2 отпустит и его контакты К2.1, размыкаясь, обесточат замок. Придется заново повторять все операцин по набору кода замка.

И еще одна особенность замка с реле времени: в случае ошнбки при наборе кода отдельный счетчик можно обнулить нажатием одиой нз кнопок SB4 — SB6, чтобы снова начать набор кода требуется нажать все кнопки SB4—SB6.

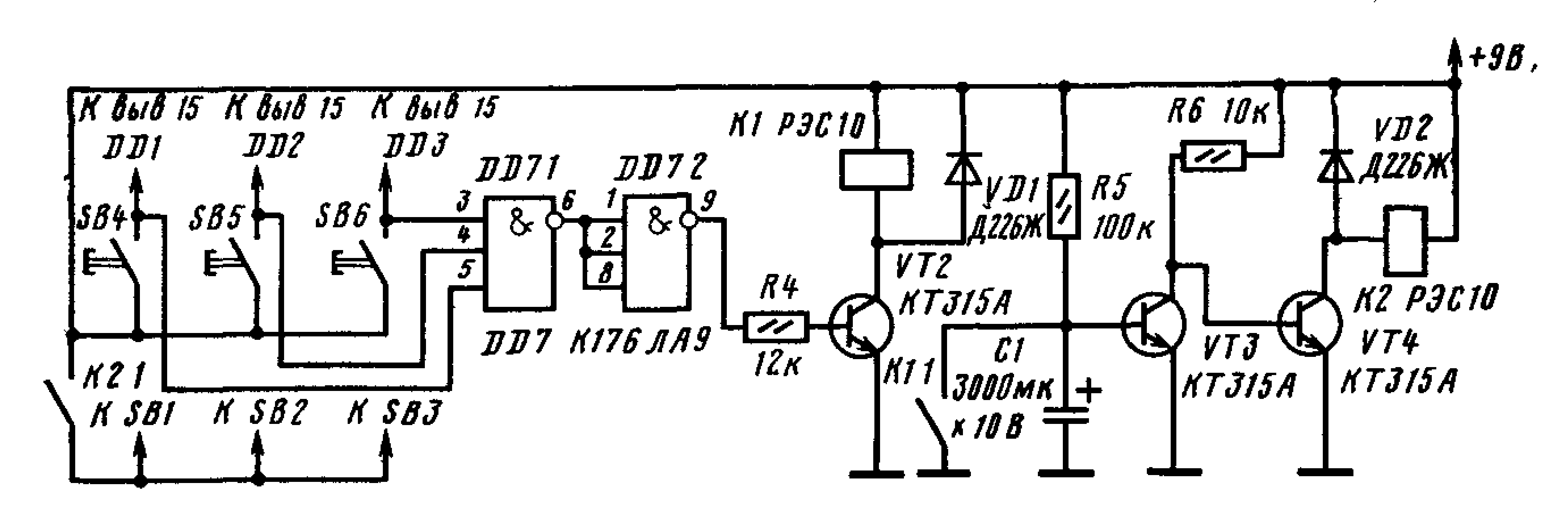



Рис. 36 Схема устройства ограничення времени набора кода замка

При желании замок можно сделать с изменяемым кодом. Для этого замок надо дополнить тремя переключателями на 10 положений каждый (по числу выходов микросхем DD1—DD3 на рис. 34) и через них сигналы подавать на входы элемента DD4.1. Если менять только одну цифру кода, то можно ограничиться одним переключателем, подключенным к выходам любой из микросхем DD1—DD3. Использование переключателей значительно расширяет возможности замка. Можно сделать так, что в разное время код одного замка будет различным. Это может быть полезным в ряде случаев.

При наличии лишь одной микросхемы К176ИЕ8 кодовый замок можно собрать по схеме, приведенной на рис. 37. Работает он следующим образом. При нажатии на кнопку SB5 счетчик микросхемы К176ИЕ8 (DD3) обнуляется, а напряжение высокого уровня, появляющееся при этом на выходе 0 (вывод 3), поступает на входной вывод 6 элемента DD2.1. Это напряжение играет роль разрешающего сигнала для подачи импульсов кнопкой SB1.

Исходя из выбранного кода замка, кнопкой SB1 на вход СР счетчика DD3 можно подать (через элементы DD2.1 и DD5.1) всего один импульс. При этом напряжение высокого уровня появляется на выходе 1 (вывод 2) DD3 и через элементы DD4.1, DD4 2 поступает на вывод 2 элемента DD2.2, обеспечивая тем самым разрешение на подачу импульсов на вход СР счетчика кнопкой SB2. Этой кнопкой можно подать три импульса. Тогда напряжение высокого уровня появится на выходе 4 (вывод 10) микросхемы DD3 и, поступая далее через элементы DD4 3 и DD6.1 на вывод 13 элемента DD2.3, разрешит подачу импульсов на вход СР счетчика кнопкой SB3. После подачи трех импульсов этой кнопкой микросхема DD3 переходит в состояние «7» и на ее выводе 6 появляется напряжение высокого уровня. Это напряжение через элементы DD6.2 и DD6.3 поступает на вывод 9 элемента DD2.4 и таким образом обеспечивает возможность подачи кнопкой SB4 двух импульсов. При этом

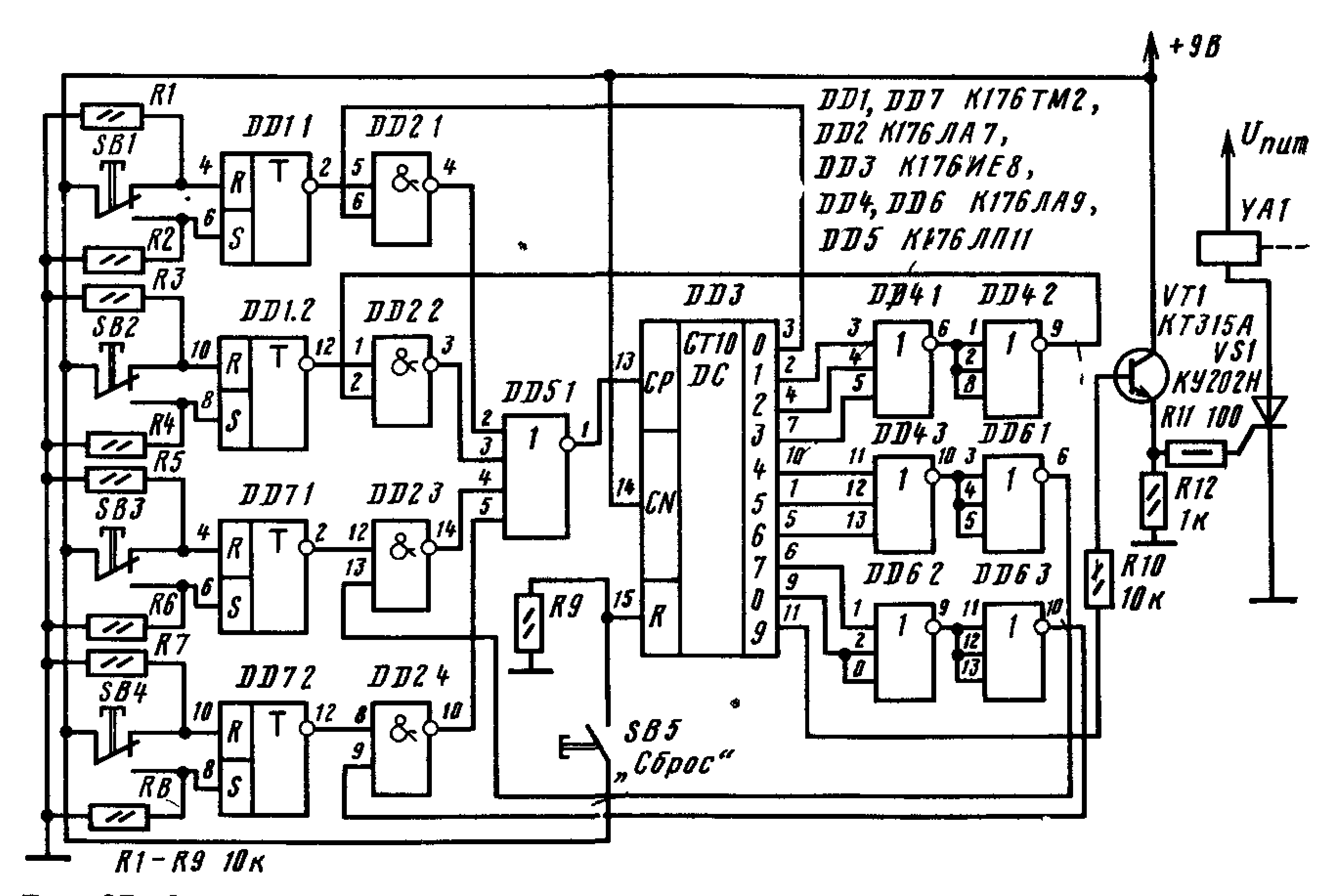



Рис. 37. Схема замка с использованием счетчнка импульсов

микросхема DD3 переходит в состояние «9» и напряжение высокого уровня, появляющееся на ее выходном выводе 11, открывает транзистор VT1 и тринистор VS1. При этом срабатывает электромагнит YA1, позволяя открыть дверь

Код описанного здесь замка (без учета предварительного обнуления кнопкой SB5) будет 1—3—3—2. Изменяя порядок соединения выходов микросхемы DD3 с соответствующими входами элементов DD4.1, DD4.3 и DD6.2, можно изменять код замка D-триггеры микросхем DD1 и DD7 используются для устранения дребезга контактов кнопок SB1 — SB4

На рис. 38 приведена схема еще одного кодового замка — тринисторного. Замок рассчитан на управление восьмью кнопками, находящимися на наружной стороне двери. Четыре из них (SB1 — SB4), работающие на замыкание служат для набора обусловленного кода, а другие четыре (SB5—SB8), работающие на переключение, — для сбрасывания устройства в исходное состояние, например в случае ошибочного набора кода.

Замок срабатывает только при одновременном открывании всех тринисторов VS1 — VS4 Добиться этого можно поочередным нажатием кнопок SB4, SB3, SB2, SB1. При другой последовательности нажатия этих кнопок не все тринисторы будут одновременно открыты и, следовательно, открыть дверь не удастся. Исключение составляет случай, когда одновременно нажаты все четыре рабочие кнопки SB1 — SB4. В случае нажатия на одну из кнопок SB5—SB8 цепь питания обмотки электромагнита YA1 (рис 38) обрывается и устройство сбрасывается в исходное состояние. То же произойдет при нажатии на все кнопки пульта управления (SB1 — SB8).

Все кнопки замка размещают в один ряд на наружной стороне двери, а другие детали монтируют на плате, укрепленной на внутренней стороне двери. Число кнопок для правильного набора кода (SB1 — SB4) и соответствующих им тринисторов можно уменьшить или, наоборот, увеличить. Соответственно изменится и число цифр условного кода. Так, например, чтобы код состоял из двух цифр, достаточно оставить в замке два тринистора VS1, VS2 и две рабочих кнопки (SB1, SB2). Аналогично можно поступить и с кнопками сброса (SB5 — SB8) Все кнопки должны быть однотипными, например КМ1-1.

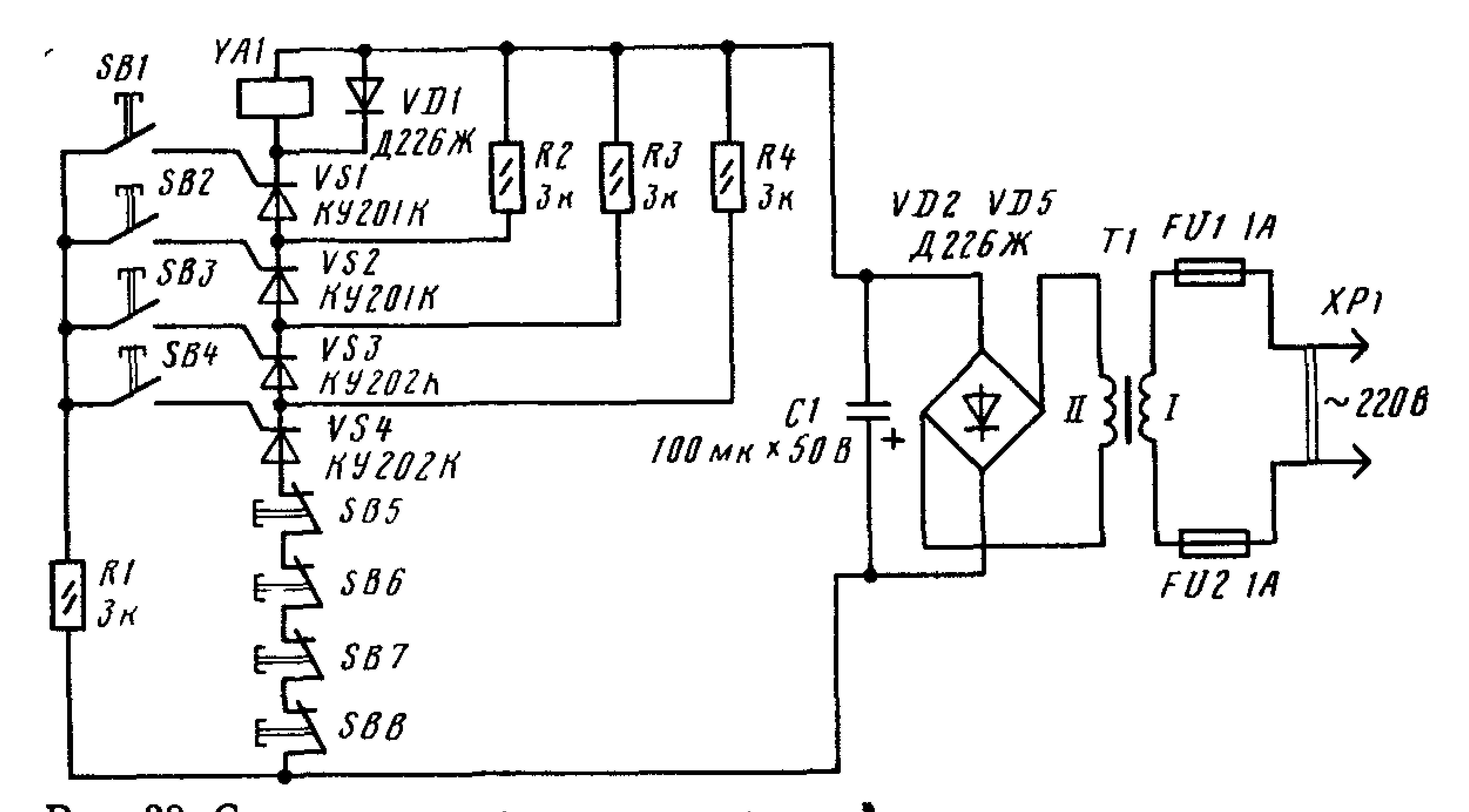



Рис. 38. Схема кодового замка на тринисторах

На двери их размещают в той последовательности, которая соответствует выбранному коду замка. Например, выбрали код 1382. В таком случае кнопка под № 1 будет соответствовать кнопке SB4, под № 3 — кнопке SB3, под № 8 — кнопке SB2, под № 2 — кнопке SB1 на схеме. Кнопки сброса (SB5 — SB8) можно располагать между кодовыми в любой последовательности. Для нашего примера они могут быть под №№ 4—7.

Резистор R1 ограничивает ток через управляющие электроды тринисторов. Диод VD1 служит для защиты замка от перенапряжений в момент обесточивания обмотки тягового электромагнита YA1.

Замок питается от сети переменного тока напряжением 220 В через двухполупериодный выпрямитель на диодах VD2 — VD5, включенных по мостовой схеме. Для трансформатора T1 использован магнитопровод Ш12×30. Первичная (I) обмотка содержит 2200 витков провода ПЭВ-1 0, 12, вторичная (II) — 360 витков провода ПЭВ-1 0, 35. Напряжение на выходе выпрямителя (около 40 В) рассчитано на питание электромагнита от магнитофона «Комета-212», используемого в качестве тягового. Вообще же для питания кодового замка может быть использован любой другой сетевой блок питания с выходным напряжением 12, 36 или 60 В — в зависимости от типа используемого электромагнита.

При безошибочном монтаже деталей замок налаживания не требует. Чтобы дверным механическим замком можно было пользоваться как кодовым, его подвижную защелку через шток соединяют с сердечником электромагнита. Для этого в корпусе дверного замка сверлят отверстие для свободного хода штока, функцию которого может выполнять, например, металлический стержень диаметром 4 .. 5 мм Сетевой блок питания размещают неподалеку от двери, а выпрямленное напряжение к плате кодового замка подводят через два контакта кнопочного типа, укрепленных на двери и ее косяке Например, можно использовать контакты охранной сигнализации. При открывании двери контакты размыкаются и кодовый замок принимает исходное состояние.

## АВТОМАТЫ, ЭКОНОМЯЩИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЮ

Различные автоматы включения и выключения потребителей тока, регуляторы яркости свечения лампы накаливания не только создают в быту определенные удобства эксплуатации нагревательных и других электроприборов и механизмов, но и позволяют экономить электроэнергию.

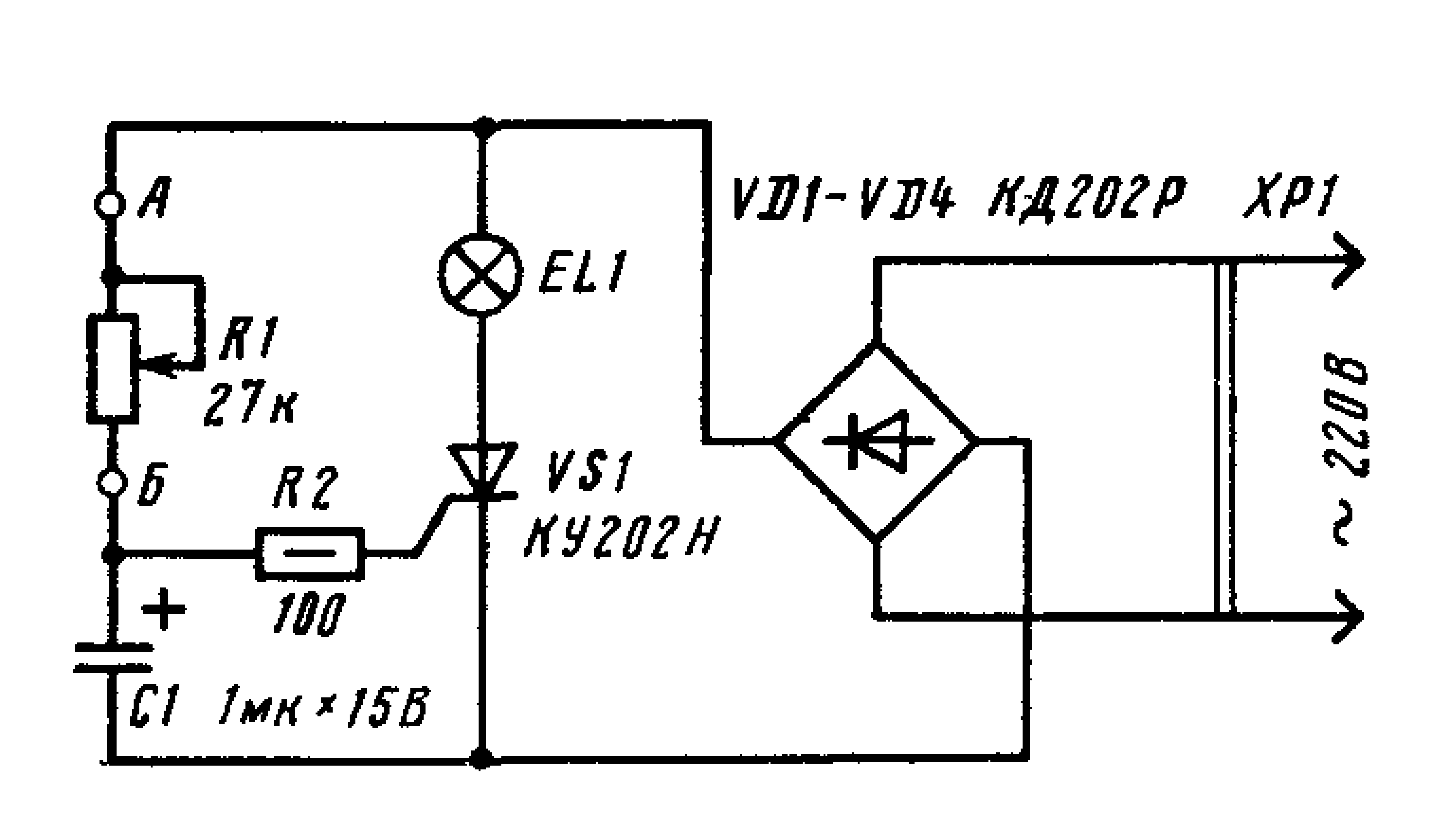
### Ручной регулятор

Все большее распространение в быту получают тринисторные регуляторы тока, потребляемого электроприборами. Они позволяют в широких пределах регулировать яркость свечения лампы накаливания настольных или настенных светильников, люстр.

Сущность работы тринисторного регулятора сводится к следующему. Переменное напряжение электросети преобразуется одно- или двухполупериодным выпрямителем в пульсирующее напряжение, которое через тринистор подается к нагрузке. При однополупериодном выпрямлении частота пульсаций на на-

грузке равна 50 Гц, при двухполупериодном — 100 Гц. Тринистор может быть открытым в течение всего периода импульса выпрямленного напряжения либо части его В первом случае ток в нагрузке максимальный, лампа накаливания светится с максимальной яркостью, во втором — значение тока в нагрузке будет меньше и яркость свечения накаливания слабее. Если тринистор открывать на различные части периода импульсов выпрямленного напряжения, то и ток в нагрузке будет изменяться. Регулировку открывания тринистора можно сделать плавной, тогда и яркость свечения лампы накаливания будет изменяться плавно. Такие регуляторы можно использовать для поддержания заданной температуры паяльника, электроутюга, для создания определенных температурных режимов в духовке, желаемой освещенности рабочего стола и т. д.

На рис. 39 приведены схема тринисторного регулятора яркости свечения лампы накаливания и временные диаграммы, поясняющие принцип работы такого регулятора. Напряжения и токи в различных точках регулятора обозначены соответствующими индексами. Работает он следующим образом. Переменное напряжение сети $u_1$ выпрямляется диодами VD1 — VD4, включенными по мостовой схеме. На выходе выпрямителя получается пульсирующее напряжение $u_2$, период которого в 2 раза меньше сетевого напряжения. К выходу выпрямителя подключены соединенные последовательно тринистор VS1 и лампа накаливания (нагрузка) EL1. Если б тринистор был открыт все время, то через нагрузку протекал бы ток $i_1$. При этом яркость свечения лампы была бы максимальной. Для открывания тринистора на его управляющий электрод должно быть подано положительное напряжение определенного значения. В описываемом регуляторе это напряжение, открывающее тринистор, подается с цепочки R1C1. Время зарядки конденсатора C1 зависит от его емкости и сопротивлении резистора R1: чем больше емкость конденсатора и сопротивление резистора, тем медленнее он заряжается, и наоборот. Поэтому, чтобы конденсатор заря-



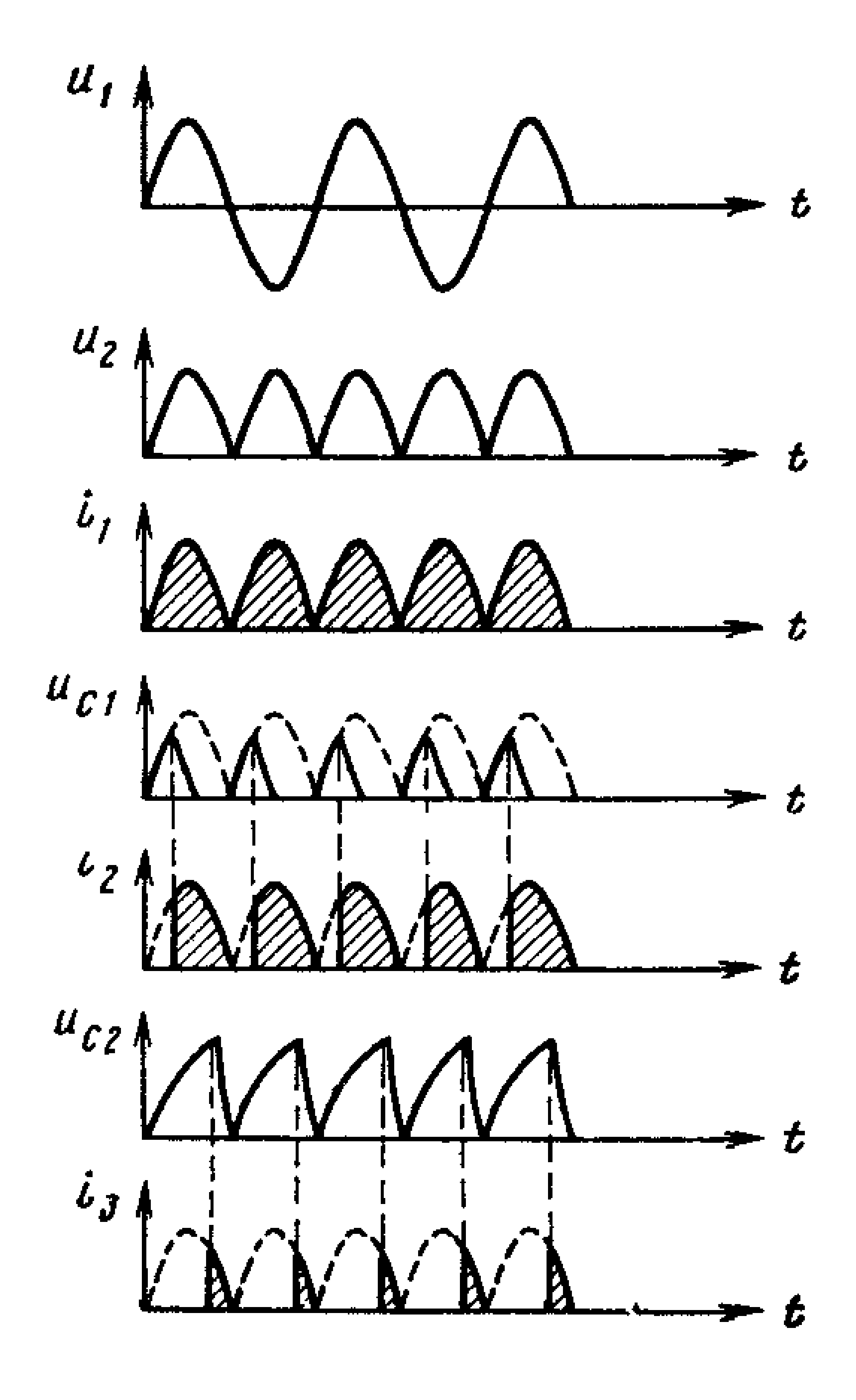




Рис. 39. Принципиальная схема и временные диаграммы работы регулятора яркости света

дился до напряжении открывания тринистора $u_0$, требуется различное время, зависящее от сопротивления резистора. А так как резистор R1 переменный, то, плавно изменяя его сопротивление, можно плавио регулировать яркость свечення лампы накаливання EL1. Еслн вместо лампы в цепь тринистора включить, напрнмер, паяльник, то можно будет плавно регулировать температуру его нагрева

Напряжение на конденсаторе C1, которое иллюстрирует график $u_{c1}$, соответствует наименьшему сопротивлению резистора R1, а график $u_{c2}$ — наибольшему. Из графиков $i_2$ и $i_3$ вндно, что при большем сопротивлении этого резистора ток, текущий через нагрузку (заштрихованиаи площадь импульсов), меньше. В конце каждого импульса напряжения $u_2$ трнннстор обесточивается и закрывается, а при каждом открывании конденсатор быстро разряжается через него. Однако изменение напряжения иа конденсаторе, а значит и на управляющем электроде тринистора после его открывання, на работу трииистора не влияет. Все процессы, связанные с зарядкой конденсатора C1, открыванием тринистора и т. д., повторяются в пределах каждого импульса выпрямленного напряжения $u_2$.

Регулятор не требует какой-либо наладки или регулировки. Если все детали подобраны правильно и монтаж выполнен без ошибок, то он начинает работать сразу после включення питания. Однако не следует забывать, что в цепях регулятора действуют относительно высокие напряжения, на которые и должны быть рассчитаны используемые в нем детали. В частности, диоды VD1 — VD4 выпрямителя должиы быть рассчитаны иа обратное наприжение не менее 300 В и прямой ток в зависимости от параметров нагрузки.

Описаиный регулятор рассчитан на нагрузку общей мощиостью до 150 Вт, поэтому прямой ток диодов должен быть порядка 1 А. Это значит, что кроме диодов КД202Р, указаниых на схеме регулятора, в выпрямнтеле можно использовать диоды Д245А. Трннистор VS1 может быть серии КУ201 или КУ202 с буквенными нндексамн М, Н, рассчитанный на допустимое прямое иапряжение не менее 300 В. Для питания нагрузки мощностью до 3 кВт выпрямительный мост может быть серин В25 или В50, а трннистор — Т50 илн Т100.

Емкость конденсатора C1 может быть в пределах 1 ... 20 мкФ, номнннальное напряжение около 10 15 В Конденсатор может быть любого типа, например бумажный нлн электролитический. В последнем случае плюсом он должен подключаться к резистору R2, как показано на схеме. Сопротивление резистора R1 завнсит от емкости конденсатора C1. При емкости конденсатора 1 мкФ наибольшее сопротивление этого резнстора должно быть около 20 кОм, при емкости 10 мкФ — прнмерно 2 кОм.

Конструкция регулятора произвольнаи. Важно лишь, чтобы он был удобным и безопасным прн работе с ним. Обратим внимание только на две конструкции регулятора Очень удачная конструкция регулятора получается в том случае, если в качестве корпуса регулятора использовать заводской корпус блока питания микрокалькулятора типа «Электроиика». Все детали можно разместить виутри этого корпуса, предусмотрев нх электрическую изоляцию друг от друга. Для этого можно использовать фторопластовую пленку, например от старых конденсаторов постоинной емкости. С одной стороны корпуса имеется вилка для подключеиия в сетевую розетку. На противоположной стороие корпуса крепятся два гнезда для подключения к ним стандартной сете-

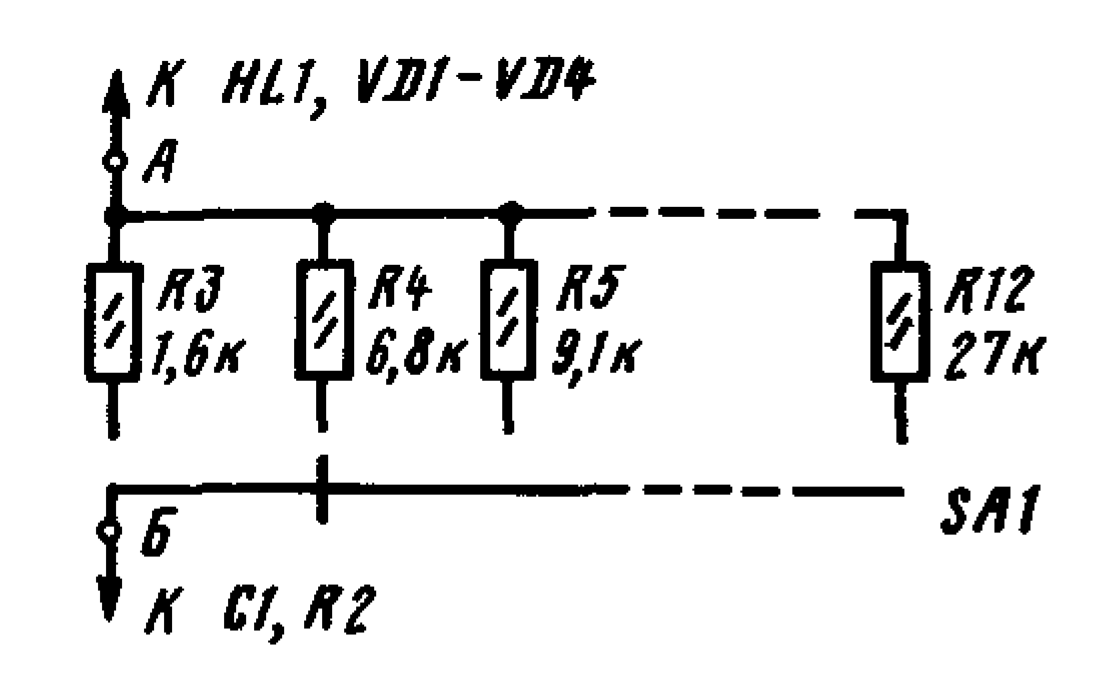



Рис. 40. Схема ступенчатого регулятора яркости света

вой вилки, какими оснащены все настольные лампы, утюги и т. д. И в удобном месте крепится переменный резистор. Таким образом, с внешней стороны регулятора имеется вилка, розетка (два гнезда) и ручка регулировки яркости. Подключая к регулятору любой электроприбор общей мощностью менее 150 Вт, получаем возможность менять его мощность. Например, таким образом можно подключить бра, настольную лампу, паяльник, фотоувеличитель и т. д. Особенно удобен такой регулятор для фотопечати, когда требуется изменение яркости лампочки фотоувеличителя.

Второй вид конструкции регулятора — это размещение всех деталей схемы в корпусе стандартного сетевого выключателя. В этом случае появляется возможность не только включить либо выключить свет, например в комнате, но и установить желаемую яркость свечения лампочки. Кстати, их может быть несколько. Но при этом все они включаются параллельно друг другу и общая мощность всех лампочек не должна превышать максимальную мощность, которую может обеспечить регулятор при выбранном типе деталей — тринистор, диоды и т. д. Следует отметить, что эта максимальная мощность может быть существенно увеличена без изменения типа деталей, если тринистор и каждый диод разместить на радиаторах, имеющих площадь рассеивания примерно 10... ...20 см² каждый. В некоторых случаях это может оказаться приемлемым вариантом.

На рис. 40 приведена схема варианта узла регулировки яркости свечения лампы накаливания. Он отличается от подобного узла описанного выше регулятора только тем, что вместо переменного резистора используется набор постоянных резисторов R3 — R12. Принцип работы устройства в целом не меняется, но регулировка напряжения, подаваемого на управляющий электрод тринистора, становится ступенчатой (дискретной). При таком варианте регулировочного узла появляется возможность точной установки желаемой яркости свечения лампы накаливания. Для этого надо лишь установить переключатель SA1 в соответствующее положение. Для ряда случаев дискретный вариант регулятора может оказаться предпочтительнее.

Если в распоряжении не окажется галетного переключателя на нужное число положений, его можно заменить таким же числом кнопочных переключателей типа П2К, каждым из которых можно будет устанавливать заранее известную освещенность. Кроме того, постоянные резисторы R3—R12 можно заменить переменными. При этом появляется возможность точной установки каждой градации яркости свечения лампы накаливания.

## Автоматический регулятор

В быту может понадобиться автоматический регулятор, например для поддержания постоянной освещенности или температуры, либо автоматического изменения их во времени по определенной программе. На рис. 41 приведена схема одного из возможных вариантов автоматического устройства, позволяющего дискретно изменять свечение лампы накаливания от минимальной до максимальной яркости.

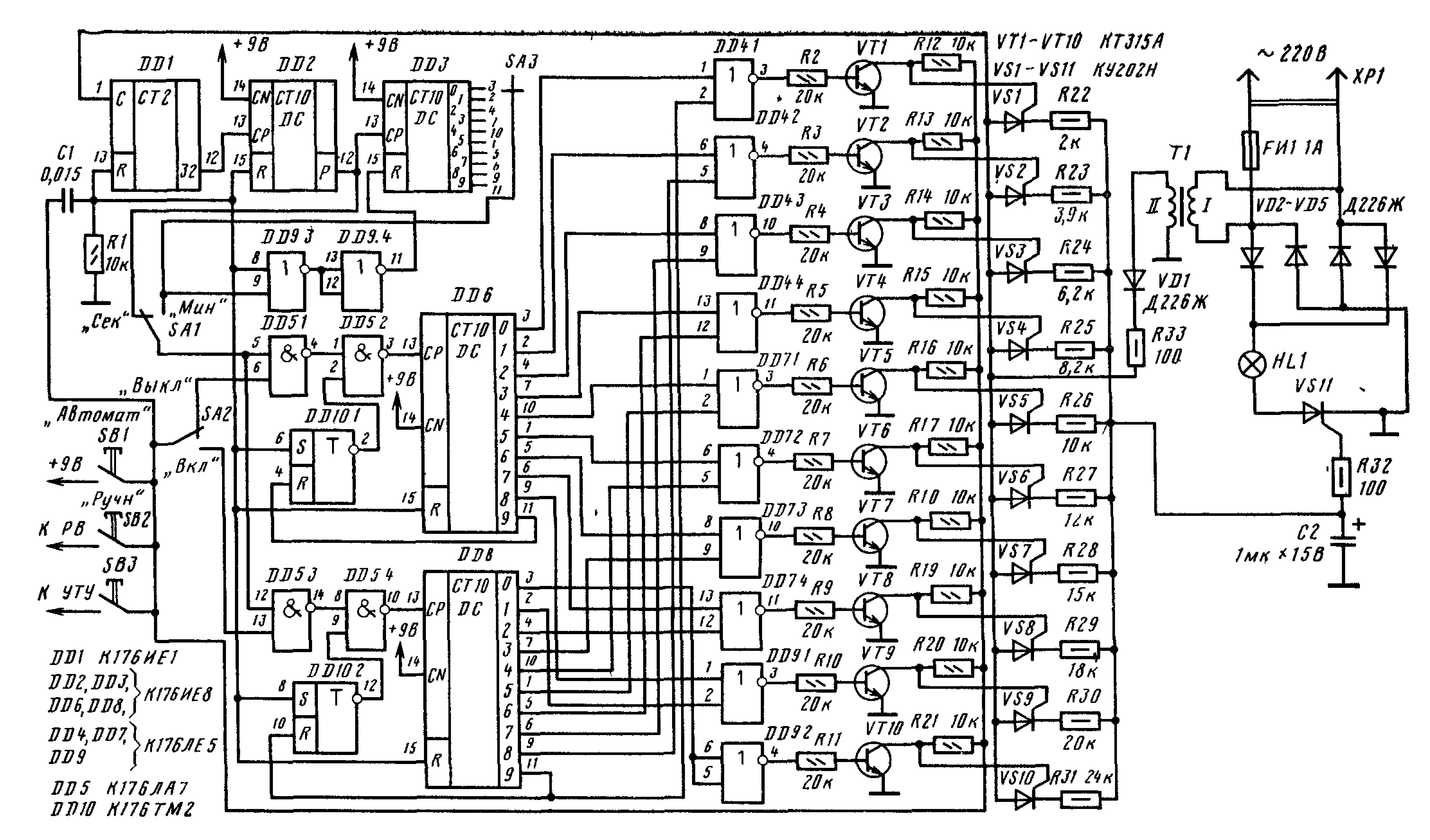



Рис. 41. Схема автоматического ступенчатого регулятора яркости света

В основу его работы положен принцип ручного регулятора (по схеме рис. 39), переменный резистор которого заменен набором резисторов R22—R31, а функцию переключателя выполняют соответствующие им тринисторы. Работой системы электронных ключей, образованных транзисторами VT1—VT10 и тринисторами VS1—VS10, управляет счетчик DD6 (или DD8). Счетчик DD6 используется в том случае, когда нужно от максимальной яркости переходить к минимальной, а счетчик DD8 — от минимальной к максимальной. Говоря упрощенно, первый из них работает на выключение, а второй на включение.

Работа автомата сводится к следующему. Шестиразрядный двоичный счетчик К176ИЕ1 (DD1) и десятичные счетчики, совмещенные с дешифраторами, К176ИЕ8 (DD2, DD3) образуют делитель частоты импульсов, поступающих на его вход от однополупериодного выпрямителя на диоде VD1. На выходе счетчика DD2 формируются импульсы с периодом следования около 1 с (6,4 с), которые будем называть секундными, а на выходе DD3 — импульсы с периодом следования около 1 мин (64 с), которые будем называть минутными. В зависимости от выбранной переключателем SA1 скорости изменения яркости света на один из счетчиков DD6 или DD8 поступают минутные или секундные импульсы. При секундных импульсах общее время потухания (или загорания) лампы накаливания EL1 составит 10...60 с, при минутных — 1...10 мин. Дополнительно скорость изменения яркости можно изменять в некоторых пределах переключателем SA3 на 10 положений. Минимальный период импульсов, устанавливаемый этим переключателем, 6,4 с, максимальный — 64 с. Выбранная последовательность импульсов поступает на вход счетчика DD6 (или DD8) и управляет его работой: каждый очередной импульс изменяет состояние счетчика на 1. Если, например, счетчик был в состоянии «3», то очередной импульс переведет его в состояние «4». Таким образом, под действием импульсов, поступающих на вход счетчика, сигнал с его выхода подается к одному из инверторов. При этом на выходе этого инвертора появляется напряжение низкого уровня, которое закрывает транзистор и открывает тринистор соответствующего ключа. Одновременно импульсное напряжение от выпрямителя на диоде VD1 поступает через открытый тринистор на конденсатор C2 и заряжает его. Время зарядки конденсатора C2 зависит от сопротивления резистора в цепи открытого тринистора и определяет ту часть периода выпрямленного напряжения, в течение которого тринистор VS11 открыт. От этого зависит значение тока через лампу EL1 и, следовательно, яркость свечения.

При включении питания, например +9 В, вручную кнопкой SB1 и установке переключателя SA2 в положение «Вкл.», показанное на схеме, автомат начинает работать в режиме постепенного загорания лампы EL1, а при переводе переключателя SA2 в положение «Выкл.» — в режиме постепенного затухания. Если требуется относительно медленное изменение яркости, то переключатель SA1 устанавливают в положение «Мин», а если быстрое — в положение «Сек». Автомат может включаться и выключаться внешним реле времени (РВ) или описанным выше универсальным таймерным устройством (УТУ). В обоих случаях автомат начинает работать не сразу, а спустя заранее заданное время.

Для включения автомата от реле времени кнопку SB1 надо отжать, а кнопку SB2 нажать. На реле времени устанавливают необходимое время срабатывания, например 30 мин. Это значит, что через 30 мин после запуска оно, срабатывая, подает сигнал начала работы автоматического регулятора. Если сам

регулятор предварительно был поставлен на 10 мин переключателем (SA3), то в результате совместной работы двух автоматов получится такой эффект. В течение 30 мин лампа будет гореть с максимальной яркостью Затем яркость свечения начнет постепенно (как бы скачками) ослабевать, и через 10 мин лампа совсем погаснет

Сигналом реле времени, включающим автоматический регулятор, служит питающее напряжение +9 В. Это напряжение должно подаваться через замкнутые контакты кнопки SB2 до тех пор, пока работает автоматический регулятор.

Для запуска автомата от унифицированного таймерного устройства кнопка SB3 должна быть нажата, а кнопки SB1 и SB2 отжаты. В заданное время таймер срабатывает и через замкнутые контакты кнопки SB3 подключает к автоматическому регулятору питающее напряжение 9 В. Регулятор начинает плавно увеличивать яркость свечения лампы EL1 и через установленное время она достигает максимального значения Может оказаться полезным дополнить схему автоматического регулятора и еще одним РВ, рассчитанным минут на 30...40. Это РВ будет обесточивать всю схему регулятора через это время. Без такого РВ трансформатор T1 остается подключенным к сети 220 В и после того, как лампа EL1 потухнет полностью. При этом будет постоянно потребляться электроэнергия.

Рассмотрим работу регулятора в целом, например при включении его вручную и использовании в качестве управляющих секундных импульсов Для такого режима кнопку SB1 надо нажать, переключатель SA1 установить в положение «Сек», а подвижный контакт переключателя SA3 подключить к выходному выводу 3 счетчика DD3, т. е. к его выходу 0. Выбираем режим лампы EL1 на потухание, для чего переключатель SA2 должен быть в положении «Выкл».

При нажатии на кнопку SB1 устройство обнуляется, так как в первый момент на входы R счетчиков DD1—DD3, DD6 и DD8 через конденсатор C1 подается импульс напряжения высокого уровня. Напряжение такого уровня подается и на входы S триггеров DD10.1 и DD10.2, устанавливая их в нулевое состояние. Появляющиеся на их инверсных выходах напряжения высокого уровня открывают ключи DD5.2 и DD5.4 для прохождения секундных импульсов с выхода P счетчика DD2 ко входам CP счетчиков DD6 и DD8 Транзисторы VT2 — VT10 в это время открыты, так как на их базы с выходов 1—9 счетчиков DD6 и DD8 (через инверторы) поступают напряжения высокого уровня, а тринисторы VS2—VS9, следовательно, закрыты Открыт только тринистор VS1, потому что транзистор VT1 закрыт напряжением низкого уровня, поступающим на его базу с выхода 3 инвертора DD4 1 Конденсатор C2 заряжается током, значение которого обусловлено сопротивлением резистора R22.

В таком состоянии автомат находится 6,4 с. В это время на выходе счетчика DD1 делителя частоты формируются импульсы с периодом следования 0,64 с, на выходе счетчика DD2 — с периодом следования 6,4 с и на выходе счетчика DD3 — с периодом следования 64 с. В нашем примере импульсы с периодом следования 6,4 с, снимаемые с выхода счетчика DD2, через контакты переключателя SA1 и элементы DD5.1, DD5 2 поступают на вход CP счетчика DD6. После первого импульса, т. е. через 6,4 с после включения автомата, счетчик DD6 переходит в состояние «1» На его выходном выводе

2 появляется напряжение высокого уровня, которое инвертируется элементом DD4.2 и закрывает транзистор VT2. Транзистор же VT1 при этом открывается, так как на его базе появляется напряжение высокого уровня, а тринистор VS1 закрывается. Теперь конденсатор C2 заряжается через открытый тринистор VS2 и резистор R23. А так как сопротивление резистора R23 больше чем резистора R22, конденсатор заряжается медленнее и, следовательно, позже открывается тринистор VS11. Поэтому ток через лампу EL1 будет протекать меньшую часть периода, отчего яркость ее свечения уменьшится.

Через 6,4 с второй импульс на входе счетчика DD6 переводит его в состояние «3», открывается ключ VT3 и конденсатор C2 заряжается через резистор R24. Поскольку сопротивление резистора R24 больше, чем резистора R23, то и яркость свечения лампы становится еще меньше. И так при каждом очередном импульсе: через каждые 6,4 с счетчик DD6 меняет свое состояние и тем самым переключает резисторы, через которые заряжается конденсатор C2; в результате изменяется яркость свечения лампы от максимальной до минимальной. При девятом импульсе на входе CP счетчика DD6 открывается транзистор VT9 и лампа окончательно гаснет. Одновременно напряжение высокого уровня, возникающее на выходе 9 (вывод 11) счетчика DD6, переключает триггер DD10.1 в единичное состояние и ключ DD5.2 закрывается, прекращая прохождение импульсов с выхода счетчика DD2 на вход счетчика DD6. К моменту поступления очередного импульса лампа должна полностью погаснуть, так как выходной сигнал счетчика DD6 на вход ключевого транзистора VT10 не подается. Сигнал же с выхода 9 (вывод 11) счетчика DD8 подается одновременно на вход ключевого транзистора VT1, что обеспечивает максимальную яркость свечения лампы и на вход R триггера DD10.2, обеспечивая фиксацию счетчика DD8 в состояние «9».

Для повторного запуска регулятора надо кратковременно отжать и снова нажать кнопку SB1. Если переключатель SB1 установлен в положение «Автомат», чтобы регулятор управлялся сигналами внешнего реле времени или таймерного устройства, то для повторного запуска регулятора необходимо хотя бы кратковременное пропадание управляющего сигнала в начале следующего цикла работы. Появление этого сигнала обнуляет регулятор (через конденсатор C1), подготавливая его к следующему циклу работы.

Для осветительных приборов иногда требуется обеспечить автоматическое выключение искусственного освещения через определенный промежуток времени после его включения, либо автоматическое включение или выключение источника света в зависимости от освещенности комнаты. Случается необходимость включения света без касания кнопки или какого-либо другого переключателя. Приводим описание нескольких автоматов, позволяющих в какой-то степени решать эти задачи.

На рис. 42 показана схема реле времени, обеспечивающего включение света вручную, и автоматическое выключение его через заранее установленный промежуток времени В исходном состоянии конденсатор C1 заряжен (через резистор R1) до напряжения источника питания. Транзистор VT1 открыт, а транзистор VT2 и тринистор VS1 закрыты, поэтому лампа EL1 не горит. Автомат запускают кратковременным нажатием на кнопку SB1. В момент замыкания контактов кнопки конденсатор C1 быстро разряжается через них. Транзистор VT1 при этом закрывается, а транзистор VT2 и тринистор VS1 открываются — загорается лампа.

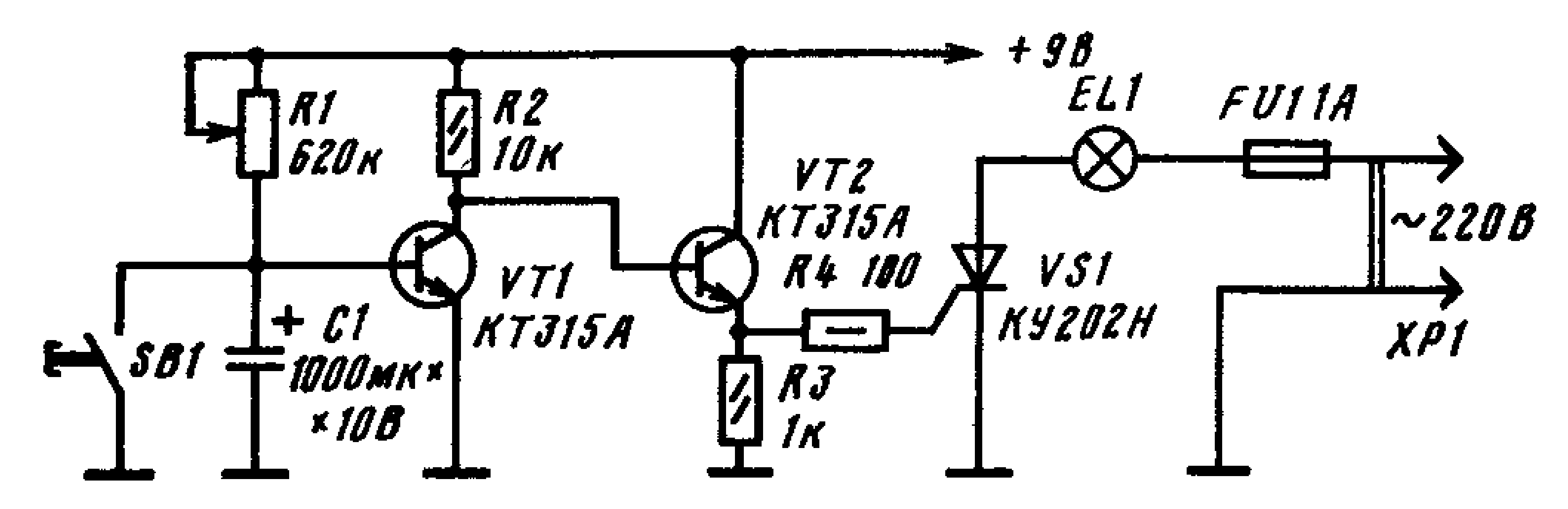
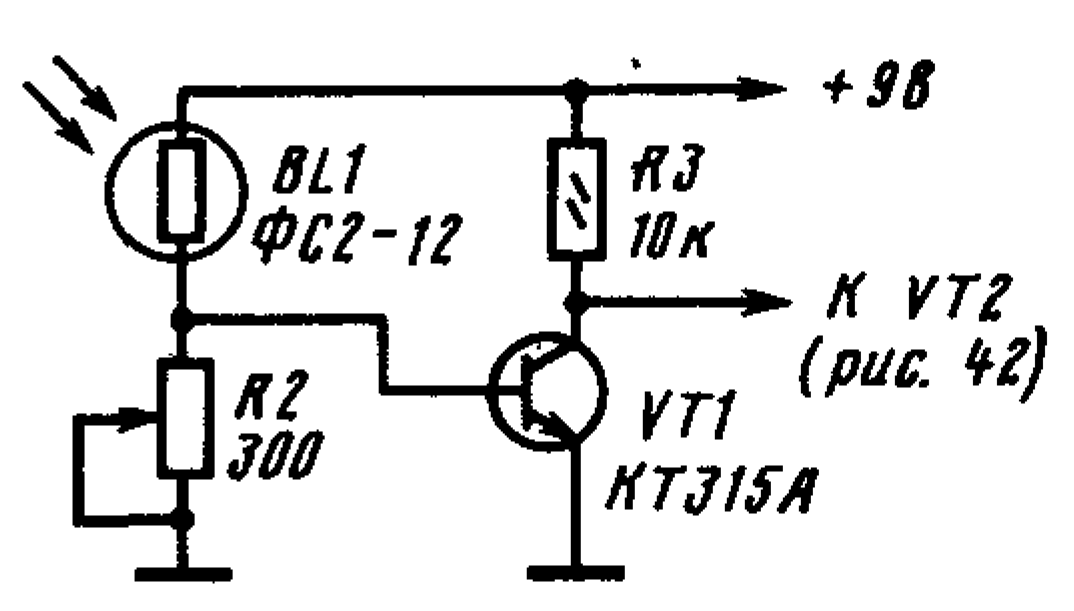



Рис. 42. Схема автоматического выключателя света через задаиный интервал времени

После отпускания кнопки SB1 ее контакты размыкаются и конденсатор C1 начинает заряжаться через резистор R1. При иапряжении на конденсаторе 0,5 ... 0,6 В транзистор VT1 откроется, транзистор VT2 и тринистор VS1 закроются, нить накала лампы обесточится и оиа погасиет. С этого момента автомат прнннмает исходное состояиие. Длительиость горения лампы определяется временем зарядки конденсатора н зависит от емкостн этого конденсатора и сопротивлення резястора R1. Чем больше сопротивление резистора, тем меньше ток зарядки кондеисатора и тем больше время его зарядки. Изменеиием сопротивлеиия резистора R1 можно в некоторых пределах изменять время горения лампы. При указанных на схеме номиналах резистора R1 и конденсатора C1 наибольшая длительность горения лампы может быть 10..12 мин. При том же конденсаторе и сопротивлении резнстора около 300 кОм длительность горения лампы уменьшается вдвое. Если емкость конденсатора будет в 4—5 раз больше, например 5000 мкФ, то при том же максимальном сопротивлении резистора R1 время свечения лампы можно увелнчить до 45...50 мин. Впрочем, переменный резистор можно замеиить постоянным, подобранным опытным путем таким образом, чтобы лампа горела вполне определенное, фиксированное время. Кроме того, вместо одного в цепи зарядкн времязадающего коиденсатора может быть несколько резисторов и переключатель на соответствующее число положений. Это позволяет ступенями переключать фиксироваиное время горения лампы накаливаиия светильника.

Все резисторы — типа МЛТ, конденсатор C1 К50-6 на номииальное напряжение 10 В. Транзнсторы КЗ15 могут быть с любыми буквенными индексами. Тринистор VS1 должен быть рассчнтан на работу при относительно высокях напряженнях: лучше всего подойдет КУ202М нлн КУ202Н. Мощность лампы накаливання — до 100 Вт.

На рис. 43 приведена схема входной частн автомата, включающего лампу накаливания прн ослабленни освещенностн помещення н автоматнчески выключающего лампу при освещенностн выше установленного порога, прнчем, пороговые уровни освещенности включения н выключення лампы могут быть как одинаковыми, так н разнымн. В исходном состоянин сопротнвление фоторезистора BL1 относительно мало (менее 500 Ом), поэтому напряжение на базе транзистора VT1, снимаемое с делителя, который образует этот фоторезистор н резнстор R2, оказывается достаточным для его открывания. Откры-




Рнс. 43. Схема устройства автоматнческого включення и выключения освещения

ваясь сам, транзистор VT1 закрывает транзистор VT2 и тринистор VS1, поэтому лампа EL1 не горит. (см. рис. 42). При снижении освещенности помещения сопротивление фоторезистора постепенно увеличивается, а напряжение, снимаемое с делителя BL1R2, уменьшается. При каком-то минимальном значении уровня освещенности сопротивление фоторезистора BL1 столь возрастает, что напряжение на базе транзистора VT1 будет недостаточным для поддержания его в открытом состоянии. Теперь транзистор VT1 закроется, а транзистор VT2 и тринистор VS1 откроются. Загорится лампа EL1. Когда же освещенность помещения начнет увеличиваться и сопротивление фоторезистора станет уменьшаться, положительное напряжение на базе транзистора VT1 начнет увеличиваться. При напряжении 0,5...0,6В сигналом с делителя BL1R2 транзистор VT1 открывается, транзистор VT2 и тринистор VS1 закрываются и лампа EL1 гаснет. Автомат оказывается в исходном состоянии.

Сопротивление фоторезистора ФС2-12, используемого в автомате при слабом освещении, соответствующего условиям подъезда дома в вечернее время суток или в пасмурную погоду, может быть 25...30 кОм, а при достаточно сильном освещении, например в дневное время суток — 60...500 Ом. С учетом этих исходных параметров фоторезистора выбирают наибольшее сопротивление переменного резистора R2, которым устанавливают порог открывания транзистора *VT1* и срабатывания автомата. Кремниевый транзистор (VT1) можно считать надежно открытым при напряжении смещения на его базе не менее 1 В, а закрытым — не более 0,1В. Сопротивление используемого фоторезистора в зависимости от его освещенности изменяется примерно от 500 Ом до 30 кОм. Если сопротивление резистора R2 равно 300 Ом, то при слабой освещенности фоторезистора коэффициент деления делителя напряжения BL1R2 будет 100 и напряжение на базе транзистора VT1 не превысит 0,1 В. При наибольшей освещенности фоторезистора коэффициент деления делителя BL1R2 уменьшится примерно до двух, а напряжение на базе транзистора VT1 значительно превысит 1 В, в результате чего транзистор и автомат в целом четко сработают.

Функцию фотодатчика автомата может также выполнять любой другой фоторезистор, фотодиод или эмиттерный *p-n* переход любого высокочастотного германиевого транзистора, например серии ГТ322, для чего надо спилить верхнюю часть его корпуса. Но у разных фотодатчиков по-разному изменяются их сопротивления в зависимости от освещенности. Поэтому, прежде чем монтировать фотодатчик желательно измерить его сопротивление при различной освещенности и в частности, при той освещенности, при которой автомат должен срабатывать. Сделать это можно с помощью имеющихся омметра, авометра или мультиметра. Предел омметра надо выбрать таким, чтобы результат измерения был в последней третьей части шкалы. Фотодатчик при этом должен быть в условиях, максимально приближенных к тем, в которых будущий автомат станет работать. Например, если автомат предполагается использовать для включения искусственного освещения в подъезде дома, в таких условиях надо измерить и сопротивление фотодатчика. Размещать фотодатчик надо в таком месте, чтобы на него не попадал свет электролампы, включаемой автоматом.

Наиболее подходящим местом крепления фотодатчика как при измерении его сопротивления, так и при дальнейшей его эксплуатации, следует считать окно, выходящее на улицу. Это позволит оценивать общую освещенность на улице и, следовательно, в подъезде дома, да и свет электролампы практически

не будет влиять на освещенность фотодатчика. Вообще же, фотодатчик может находиться на значительном расстоянии от самого автомата

Если пороги срабатывания автомата должны быть различными, например для регулирования температуры воздуха в теплице или воды в аквариуме, входную часть автомата можно смонтировать по схеме, приведенной на рис. 44. Такой вариант этой части автомата особенно предпочтителен в случае использования фотодатчика с широким диапазоном изменения сопротивления при различной освещенности.

В таком автомате, рассчитанном на разные пороги срабатывания, на включение и выключение лампы накаливания или какой-либо другой нагрузки, два измерительных моста постоянного тока, два транзистора, работающих в ключевом режиме, и один триггер. Один из мостов, например образованный фоторезистором BL1 и резисторами R2—R4, балансируют при малой освещенности (сопротивление фоторезистора равно 30 кОм), а второй — при наибольшей освещенности (сопротивление фоторезистора BL1 равно 500 Ом). Первый мост используют для формирования сигнала на включение лампы накаливания, второй мост — на ее выключение. Предположим, что исходное состояние автомата соответствует условиям нормальной освещенности, например в середине солнечного дня. В таком случае сопротивления фоторезисторов будут одинаковыми (около 10 кОм) и оба моста, следовательно, разбалансированными. Но после подачи на мосты питающих напряжений в показанной на схеме полярности с выхода первого моста на базу транзистора VT1 будет поступать положительное напряжение, а с выхода второго моста на базу транзистора VT2 — отрицательное. Транзистор VT2 при этом закроется, а транзистор VT1 откроется. В результате на входе R триггера DD1.1 будет напряжение высокого уровня, а на входе S и инверсном выходе (вывод 2) — низкого уровня. Если напряжение, снимаемое с инверсного выхода триггера, подать (через резистор R11) непосредственно на базу транзистора VT2 устройства, собранного по схеме, приведенной на рис. 42, то его лампа EL1 гореть не будет, потому что этот транзистор и тринистор VS1 закроются.

В вечернее время суток сопротивления фоторезисторов BL1 и BL2 увеличиваются примерно до 30 кОм. Первый мост окажется сбалансированным, из-за чего транзистор VT1 закроется и на входе S и инверсном выходе триггера появится напряжение высокого уровня, которое откроет выходные транзистор и трини

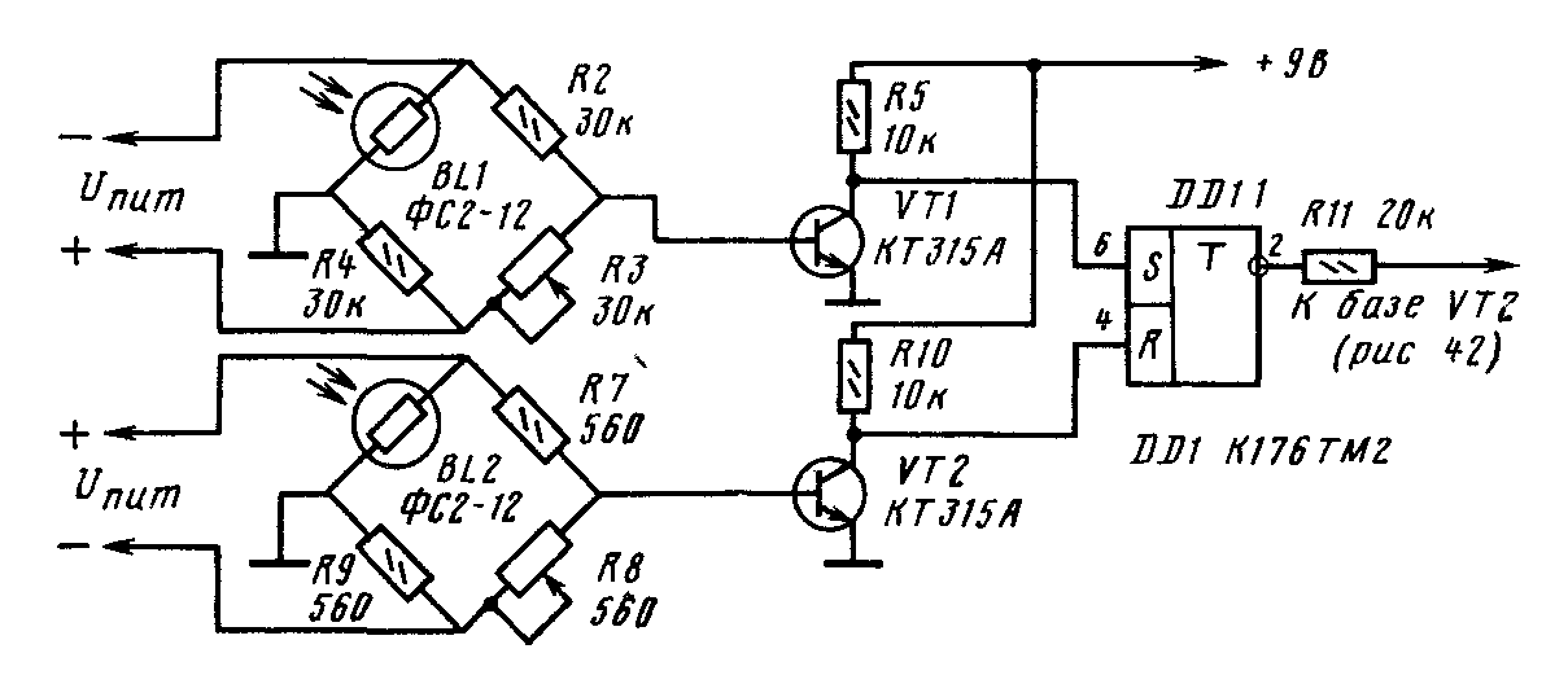



Рис. 44. Схема автомата с различными порогами срабатывания

стор, загорится лампа. При этом второй мост останется разбалансированным, а транзистор VT2 открытым.

С улучшением освещенности, например в утренние часы следующего дня, сопротивление фоторезисторов уменьшается примерно до 0,5 кОм. При этом первый мост разбалансируется и откроет транзистор VT1, а второй — сбалансируется и закроет транзистор VT2. Триггер переключится в противоположное состояние и напряжение низкого уровня, возникшее на инверсном выходе, закроет транзистор и тринистор выходного каскада автомата. Лампа погаснет. К середине дня, когда освещенность достигает нормальной интенсивности, сопротивления фоторезисторов увеличатся до 10 000 Ом, оба моста вновь окажутся разбалансированными, что соответствует исходному состоянию автомата.

На рис. 45 приведена схема варианта автомата, включающего свет в подсобном помещении или, например, в ванной комнате при первом открывании двери и автоматически выключающего свет при повторном открывании двери. Говоря иначе, при каждом нечетном открывании двери осветительная лампа помещения будет автоматически включаться, а при каждом четном открывании двери выключаться.

Элементом, коммутирующим входную цепь D-триггера DD1.1, служит геркон SA1 с контактами, работающими на переключение. Сам геркон находится в углублении, сделанном в неподвижной части двери, а небольшой постоянный магнит — против геркона в кромке самой двери. Расстояние между ними при закрытой двери не должно превышать 2 мм. В исходном состоянии (дверь закрыта) подвижный контакт геркона под действием поля постоянного магнита будет соединен (как показано на схеме) с общим проводом источника питания автомата Нажатием на кнопку SB1 триггеры DD1 1 и DD1.2 через элементы DD2.1 и DD2 2 устанавливают в единичное состояние, а возникающее при этом на инверсном выходе триггера DD1.2 напряжение низкого уровня закрывает транзистор VT1 и тринистор VS1 — лампа EL1 не горит. При первом открывании двери магнит, удаляясь от геркона, переключает вход триггера DD1 1 на положительный проводник источника питания через конденсатор C1. Воспринимая это как одиночный импульс положительной полярности, триггер DD1.1 переключается в нулевое состояние и на его инверсном выходе появляется напряжение высокого уровня, которое воспринимается триггером DD1.2 как одиночный импульс. Триггер DD1.2 переключается в нулевое состояние, и

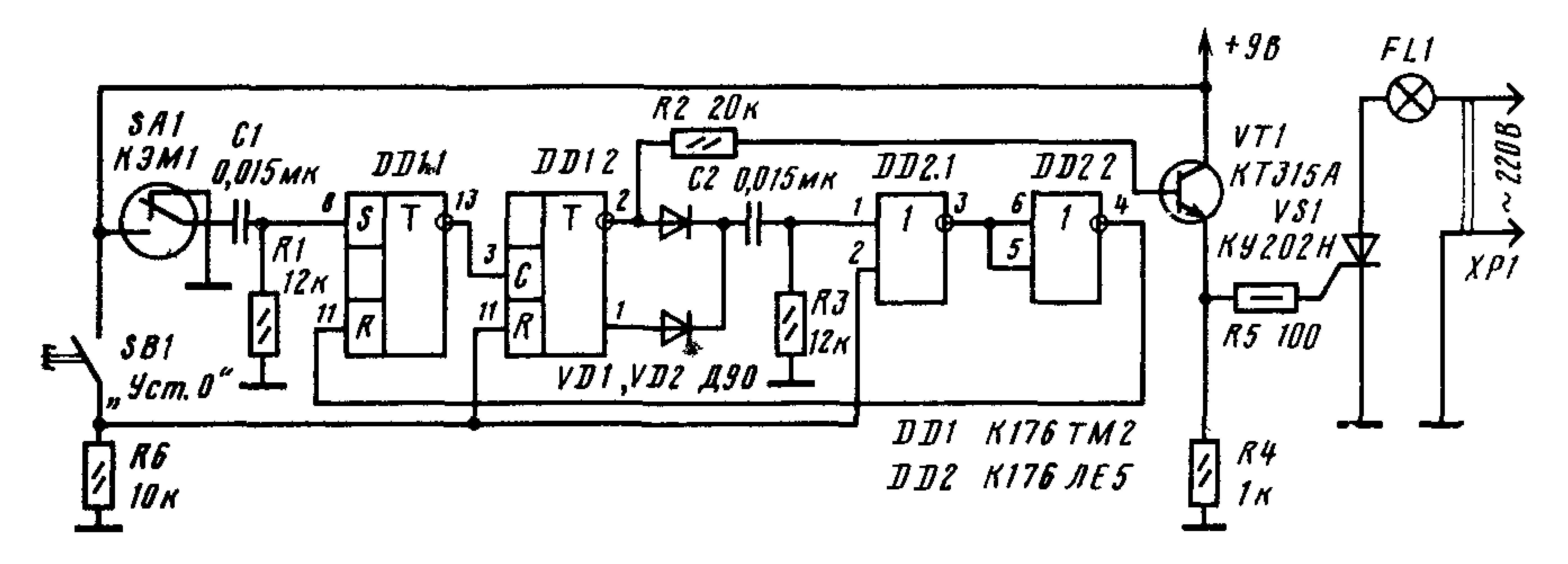



Рис. 45 Схема автомата, включающего и выключающего свет при открывании двери

напряжение высокого уровня с его инверсного выхода открывает транзистор VT1 и триинстор VS1 — лампа EL1 загорается. Такое состояние автомата сохраняется и после того, как дверь закроют, хотя контакты геркона переключаются в первоначальное состояние.

При последующем открывании двери на вход С триггера DD1.2 поступит второй импульс положительной полярности, на его иверсном выходе возникает напряжение низкого уровня, которое закроет транзистор и тринистор — лампа погаснет. При закрывании двери магнит переключает контакты геркона в первоначальное состояние

Транзистор КТ315 может быть с любым буквенным индексом. Тринистор серии КУ201 или КУ202 — с буквенным индексом М или Н. Мощность рассеяния резисторов — не менее 0,25 Вт. Для устранения дребезга контактов геркона SA1 между ними и входом С триггера DD1.2 включен триггер DD1.1.

## РЕЛЕ ВРЕМЕНИ ДЛЯ ФОТОЛАБОРАТОРИИ

Обработка негативного и позитивного материалов — наиболее трудоемкие процессы, с которыми приходится сталкиваться фотолюбителю. Объясняется это необходимостью четкого ограничения времени обработки пленки, особенно цветной, и выдержки при фотопечати. Многое приходится делать в полной темноте или слабом свете красного фонаря. Предлагаемые здесь автоматы можно рассматривать как минисервис фотолюбителя.

Длительность включения лампы увеличителя при фотопечати может быть в пределах 1 ... 60 с, а проявление пленки — в пределах 5 ... 15 мин. Следовательно, в фотолаборатории могут быть два реле выдержки времени, одно из которых будет использоваться при фотопечати, второе — при обработке негативного материала, или одно универсальное. Схема реле функционального назначения, естественно, проще, универсального — сложнее

На рис. 46 приведена схема простейшего реле выдержки времени, в основу работы которого положен процесс зарядки конденсатора С1. Длительность выдержки времени зависит от емкости этого конденсатора и суммарного сопротивления резисторов R1, R2, через которые он заряжается.

В исходном состоянии контакты пусковой кнопки SB1 разомкнуты, конденсатор С1 через резисторы R1 и R2 заряжен до напряжения, открывающего транзистор VT1. Транзистор VT2 закрыт, так как его база соединена через от-

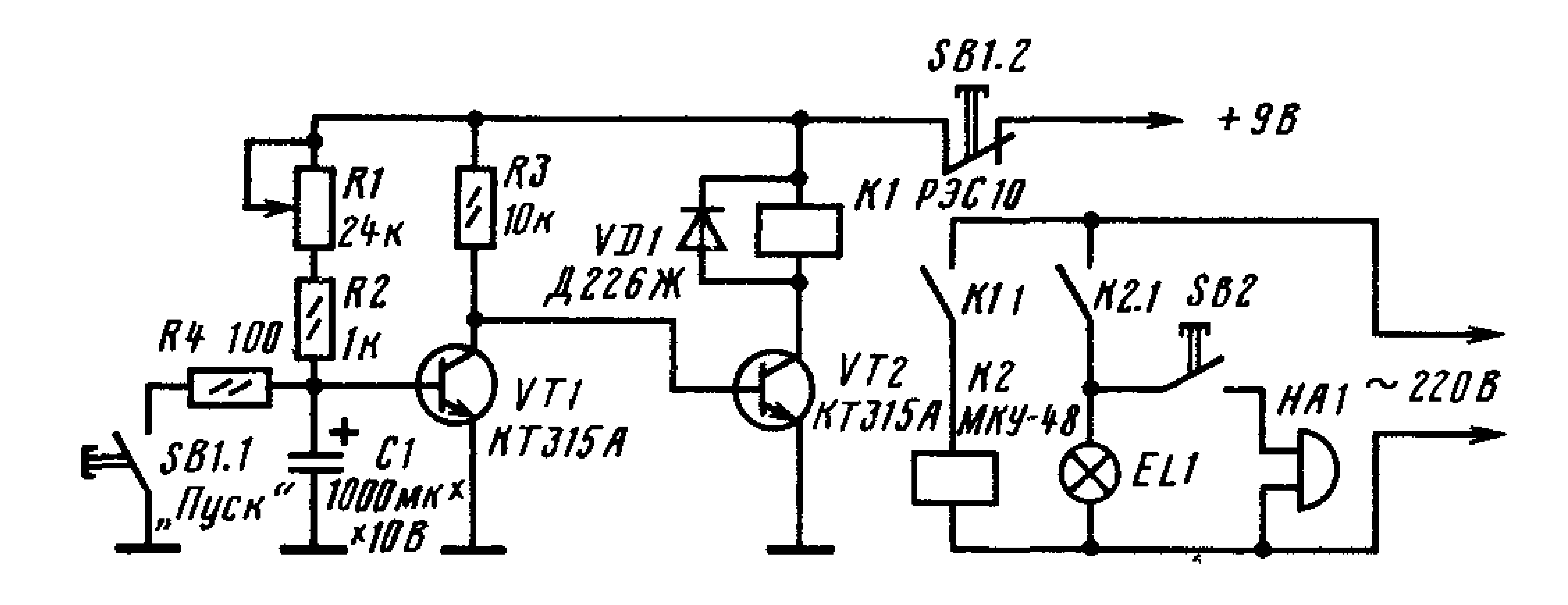



Рис. 46. Схема простого реле выдержки времени

крытый транзистор VT1 с «заземлениым» проводииком источиика питания. Обмотка электромагнитного реле обесточена.

В момеит нажатня на кнопку SB1 конденсатор C1 быстро разряжается через ее контакты SB1.1. При отпускании кнопки он начинает медленио заряжаться через резнсторы R1 н R2. В этот момент транзистор VT1 закрыт, транзистор VT2 открыт, поэтому срабатывает реле K1 типа РЭС10 (паспорт РС4 524.302) и своими контактами K1.1. создает цепь срабатывания силового реле K2. Реле K2 срабатывает и своими контактами K2.1 включает лампу увеличителя EL1 — начинается отсчет времени выдержки. А если замкнуты контакты кнопкн SB2, то включается и звуковая сигнализация (HA1).

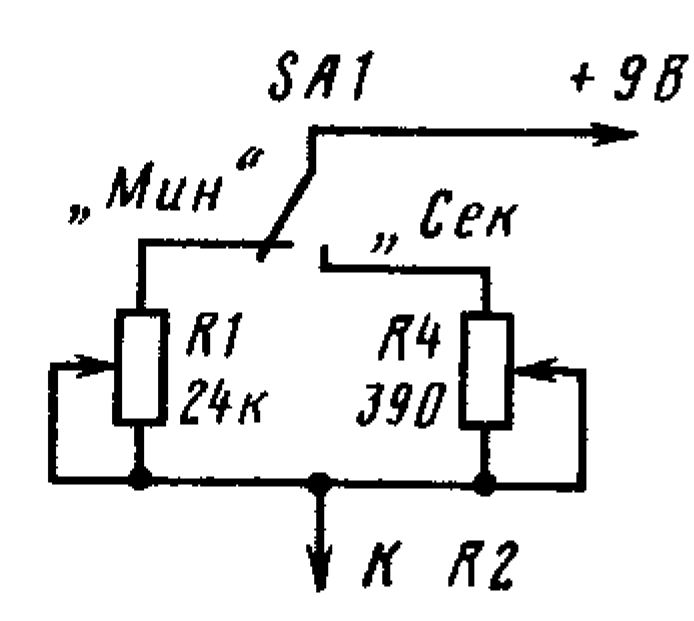
Как только конденсатор зарядится до напряжения 0,5 ... 0,6 В, транзистор VT1 откроется сам и ннзким напряжением на коллекторе закроет транзистор VT2. Реле K1 отпустит, а его контакты K1.1, размыкаясь, обесточат обмотку реле K2, которое отпустит и размыканием контактов разорвет цепь питания лампы увеличителя и звуковой сигнализации — устройство принимает исходное состояние.

Напоминаем: длительность включения лампы накаливания при таком варианте реле временн, как и собранного по схеме рис. 42 равна интервалу времени с момента размыкания контактов пусковой кнопки SB1.1 до отпускания электромагнитного реле K1. Само же время удержания кнопки в нажатом состоянни, когда конденсатор C1 разряжен, а лампа EL1 горит, в длительность выдержки не входит. Поэтому нажатие кнопки SB1 должно быть кратковременным, если мы хотим, чтобы время горения лампы накаливания EL1 было близко к заданной велнчине времени выдержки, установленного на реле временн. Время удержания кнопки SB1 в нажатом состоянии существенно сказывается только при малых значениях времени задержки, например при фотопечати. При большом значении времени выдержки (около нескольких минут) им можно пренебречь.

В случае, если потребуется полностью устранить влияние времени нажатия кнопки SB1 на общее время горения лампы накаливания, можно, например, использовать сенсорные переключатели либо питание на схему реле временн подавать через вторые (нормально замкнутые) контакты кнопкн SB1.2, как показано на рис 46. При нажатии на кнопку SB1 первые контакты шунтируют конденсатор C1 и он разряжается через ннх, а вторые контакты обрывают цепь питання схемы реле временн. Поэтому даже при полностью разряженном конденсаторе C1 реле K1 сработать не может, так как схема обесточена. В таком состоянии (при нажатой кнопке SB1) схема может находиться сколь угодно долго. Как только кнопка SB1 будет отпущена, ее контакты SB1.2 замкнутся н через них подается питание на схему. Так как при этом конденсатор C1 разряжен, то транзистор VT1 закрыт, а транзистор VT2 открыт. Поэтому реле K1 срабатывает и включает лампу накалнвания EL1. Конденсатор C1 при этом начинает заряжаться, т. е. реле временн начинает отсчет времени выдержки с момента включення лампы.

Желаемую длнтельность выдержки устанавливают переменным резистором R1, шкалу которого градуируют в единицах времени. Но в цепн зарядки времязадающего конденсатора могут быть два переменных резистора, как показано на рис. 47, включаемых в эту цепь тумблером SA1. Это позволяет точнее устанавливать нанменьшие (секундные) и нанбольшие (минутные) выдержки временн.

Рис. 47. Схема переключателя поддиапазонов выдержек времени




Можно, конечно, использовать днскретный способ установкн выдержек времени, как показано на рис. 48. Для этого в цепи зарядки времязадающего конденсатора должно быть несколько постоянных резисторов соответствующнх номиналов (подбирают опытным путем), включаемых в эту цепь галетным переключателем (рис. 48,*а*), тумблерами (рис. 48,*б*) или кнопкамн. Шкалу галетиого переключателя градуируют в единицах времени. Если использовать выключатели типа П2К, в их кнопки можно вмонтировать мнинатюриые лампы иакаливания, которые будут подсвечивать соответствующие надписи на кнопках, например «1 с», «2 с» и т. д.

На рнс. 49 показана схема другого варианта дискретной установки необходнмой выдержкн времеии. Здесь резисторы соедннены между собой последовательно н каждый из них шунтирован кнопочным выключателем с нормально замкнутымн контактами. При нажатии только на кнопку SB1 время выдержкн будет равно 1 с, а при нажатии на кнопку SB2 — 2 с, при одновременном нажатии обеих кнопок — 3 с. Такой вариант коммутацин резнсторов позволяет кнопкамн устанавливать выдержкн от 1 до 55 с с точностью до 1 с. На рис. 50 прнведена схема еще одного варнанта входной части реле времени, позволяющая десятью кнопками (SB2—SB11) устанавлнвать выдержки двух поддиапазонов: 1 ... 10 с и 1 ... 10 мин. Эти кнопки обязательно должны быть с двумя группами нормальио замкнутых контактов, например кнопочные переключатели типа П2К. Каждая кнопка своими коитактами должна коммутировать одновременно два резистора, один из которых работает в секундном

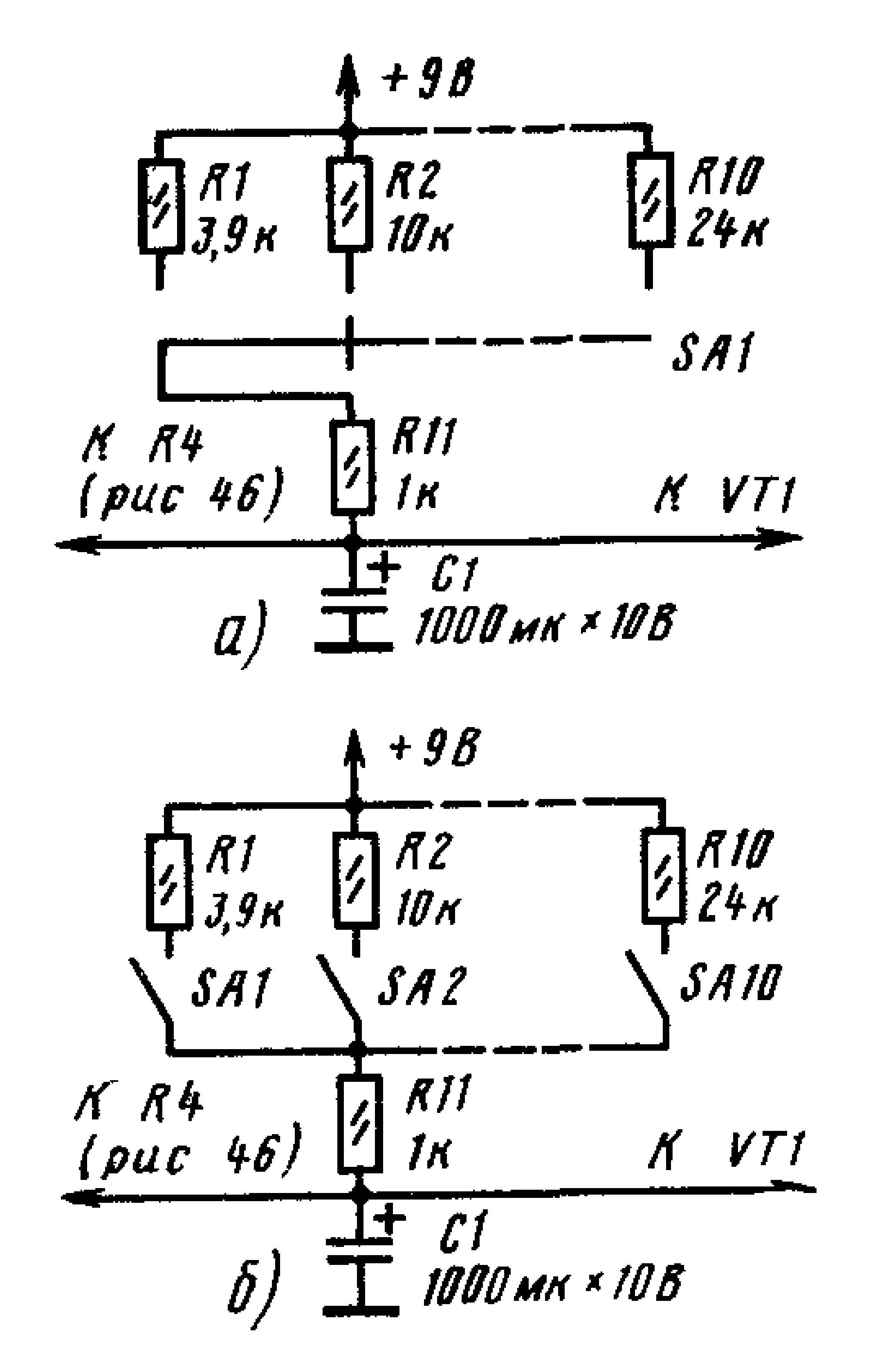



Рис. 48. Ступенчатая регулнровка длительностн выдержки

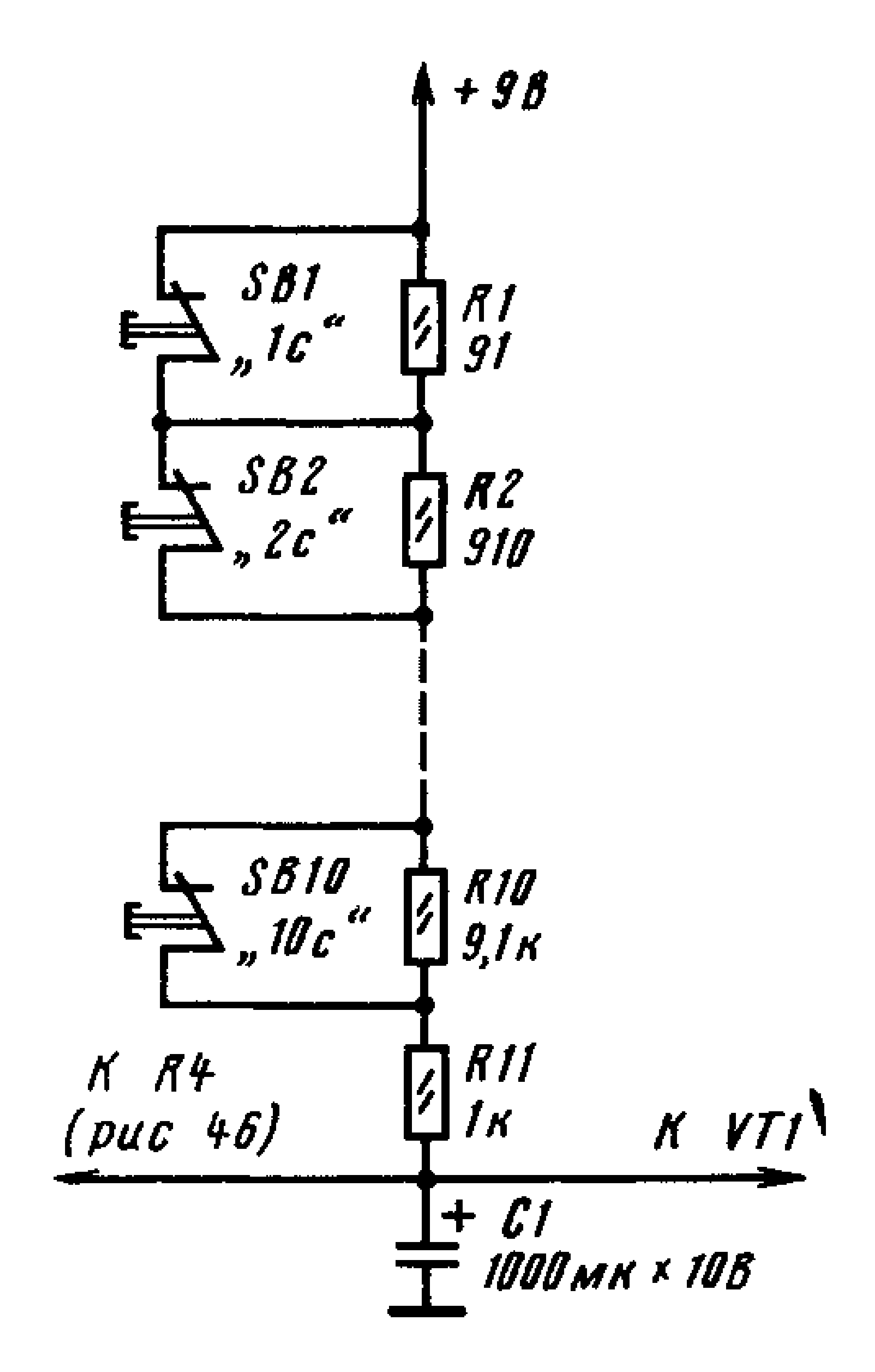



Рис. 49. Коммутация резисторов реле времени кнопочными выключате-

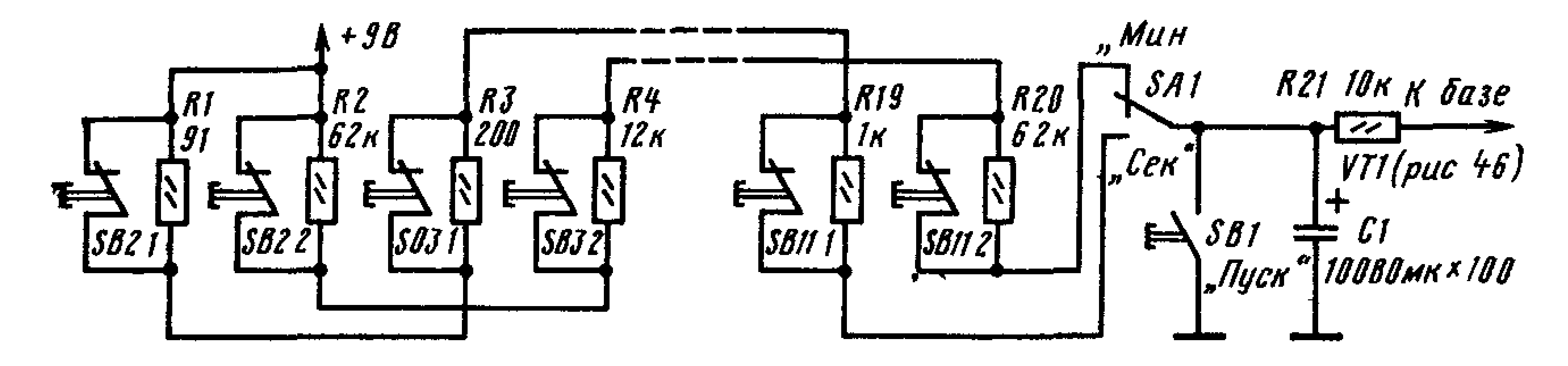



Рис. 50. Схема двухдиапазоииого реле времеии

поддиапазоие выдержек, другой — в минутном. Необходимый поддиапазои выдержек устанавливают переключателем SA1.

Ориентировочные значения сопротивлеиия резисторов R1—R20, обеспечивающих соответствующие выдержки (при коидеисаторе C1 емкостью 10 000 мкФ), указаны в таблице. Имеется в виду, что в цепь зарядки конденсатора C1 включается одии или несколько резисторов вместо двух (R1 и R2 по схеме на рис. 46), суммарное сопротивление которых соответствует необходимой выдержке времеии.

В практике фотолюбителей время экспозиции задается обычно рядом, числеиные зиачения в котором отличаютсн от соседних в 2 раза. Например, при фотопечати предпочтительны такие выдержки: 0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128 с Предположим, длительиость выдержки должиа быть 32 с. По таблице иаходим сопротивление резисторов, соответствующих выдержкам 30 и 2 с или 10, 20 и 2 с, т е двух или трех резисторов, суммариое сопротивление которых соответствует выдержке времени, равиой 32 с. Для нашего примера оно равно 30,2 кОм Резистор иеобходимого сопротивления можно составить из двух — трех резисторов, соедииях их последовательио или параллельно. Например, резистор сопротивлеиием 30,2 кОм (среди стандартиых таких иоминалов нет) можно составить из двух: 30 кОм и 200 Ом. Оии, кроме того, могут быть подстроечиыми, что значительно упростит подгонку выдержек времени Учитывая, что в схеме предусмотреи резистор R2, сопротивление всех резисторов, указаииых в таблице, должно быть уменьшено иа значение сопротивления резистора R2 (см. рис 46).

Питать реле времени любого вариаита следует от сети переменного тока через двухполупериодиый выпрямитель со стабилизатором напряжения иа выходе. Без стабилизации питающего напряжеиия выдержка времеии может

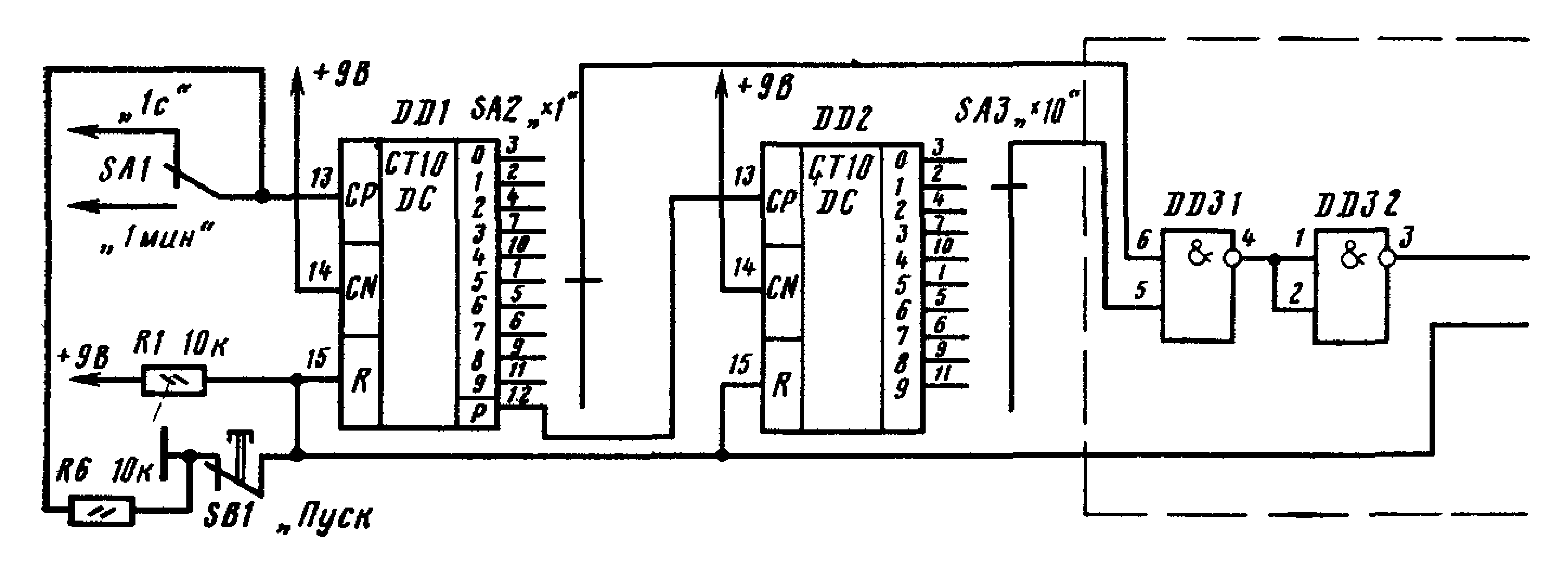



Рис. 51. Схема стабильиого реле времеии

Таблица

| Выдержка, с | R, Ом | Выдержка, с | R, кОм | Выдержка, мин | R, кОм | Выдержка, мин | R, кОм |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 100 | 10 | 1 | 1 | 6 | 10 | 60 |
| 2 | 200 | 20 | 2 | 2 | 12 | 20 | 120 |
| 3 | 300 | 30 | 3 | 3 | 18 | 30 | 180 |
| 4 | 400 | 40 | 4 | 4 | 24 | 40 | 240 |
| 5 | 500 | 50 | 5 | 5 | 30 | 50 | 300 |
| 6 | 600 | 60 | 6 | 6 | 36 | 60 | 360 |
| 7 | 700 | 70 | 7 | 7 | 42 | 70 | 420 |
| 8 | 800 | 80 | 8 | 8 | 48 | 80 | 480 |
| 9 | 900 | 90 | 9 | 9 | 54 | 90 | 540 |
| 10 | 1000 | 100 | 10 | 10 | 60 | 1 00 | 600 |

«плавать». При изменении величины этого напряжения будет изменяться и время заряда конденсатора и, следовательно, длительность выдержки. Поэтому напряжение питания схемы РВ должно быть обязательно стабилизированным.

Определенный интерес представляет реле времени, управляемое сигналами таймерного устройства или электронных часов (рис. 51). При кратковременном нажатии на пусковую кнопку SB1 счетчики DD1, DD2 и D-триггер DD4 обнуляются Напряжение низкого уровня, появляющееся на инверсном выходе триггера, закрывает транзистор VT1, а он, в свою очередь, открывает транзистор VT2 и тринистор VS1 В этот момент включается лампа EL1 и начинается счет секундных или минутных импульсов (в зависимости от положения контактов переключателя SA1), поступающих от электронных часов или таймерного устройства на вход С счетчика DD1 С выхода этой микросхемы импульсы поступают на вход С счетчика DD2. Необходимую выдержку времени устанавливают переключателями SA1—SA3 Например, для выдержки длительностью 25 с переключатель SA1 должен быть в положении «1 с», подвижный контакт переключателя SA2 подключен к выходному выводу 1 счетчика DD1, а переключателя SA3 — к выходному выводу 2 счетчика DD2 Через 25 с с момента пуска реле времени на этих выходах счетчиков, а значит и на обеих входах элемента DD3 1, одновременно появятся напряжения высокого уровня. Выходной сигнал элемента DD3 1, инвертированный элементом DD3 2, переклю-

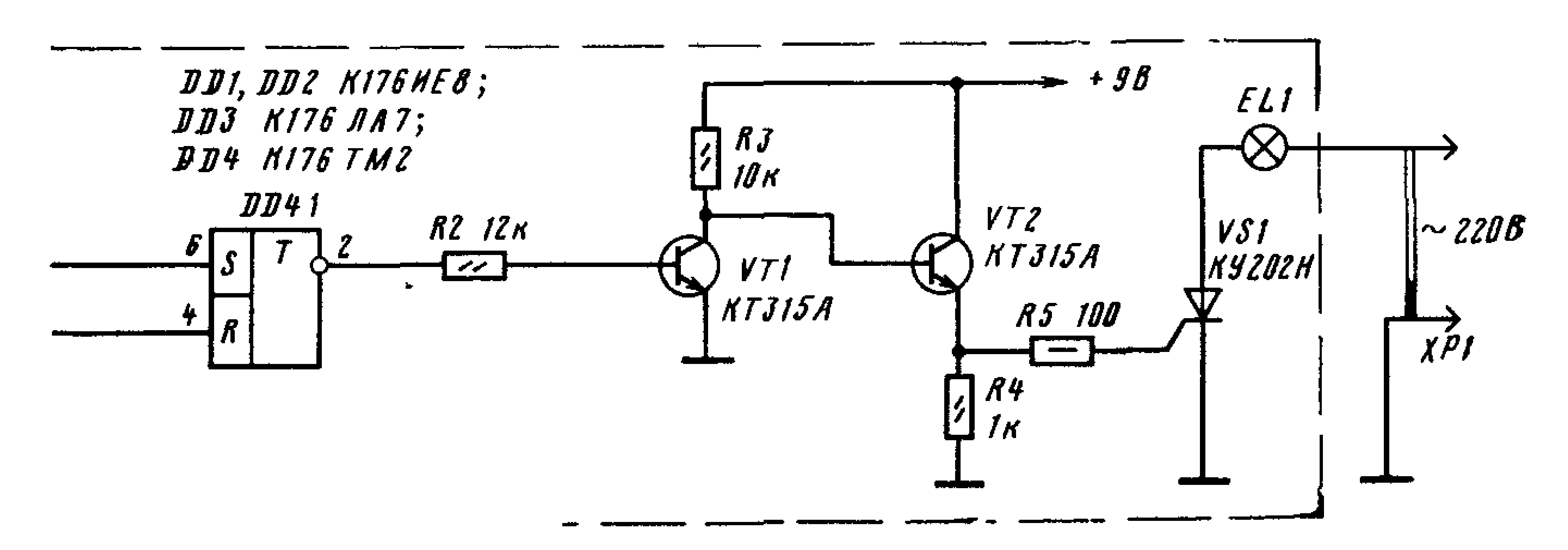


Рис. 52 Монтажные платы задающей (*а*) и силовой (*б*) частей реле времени

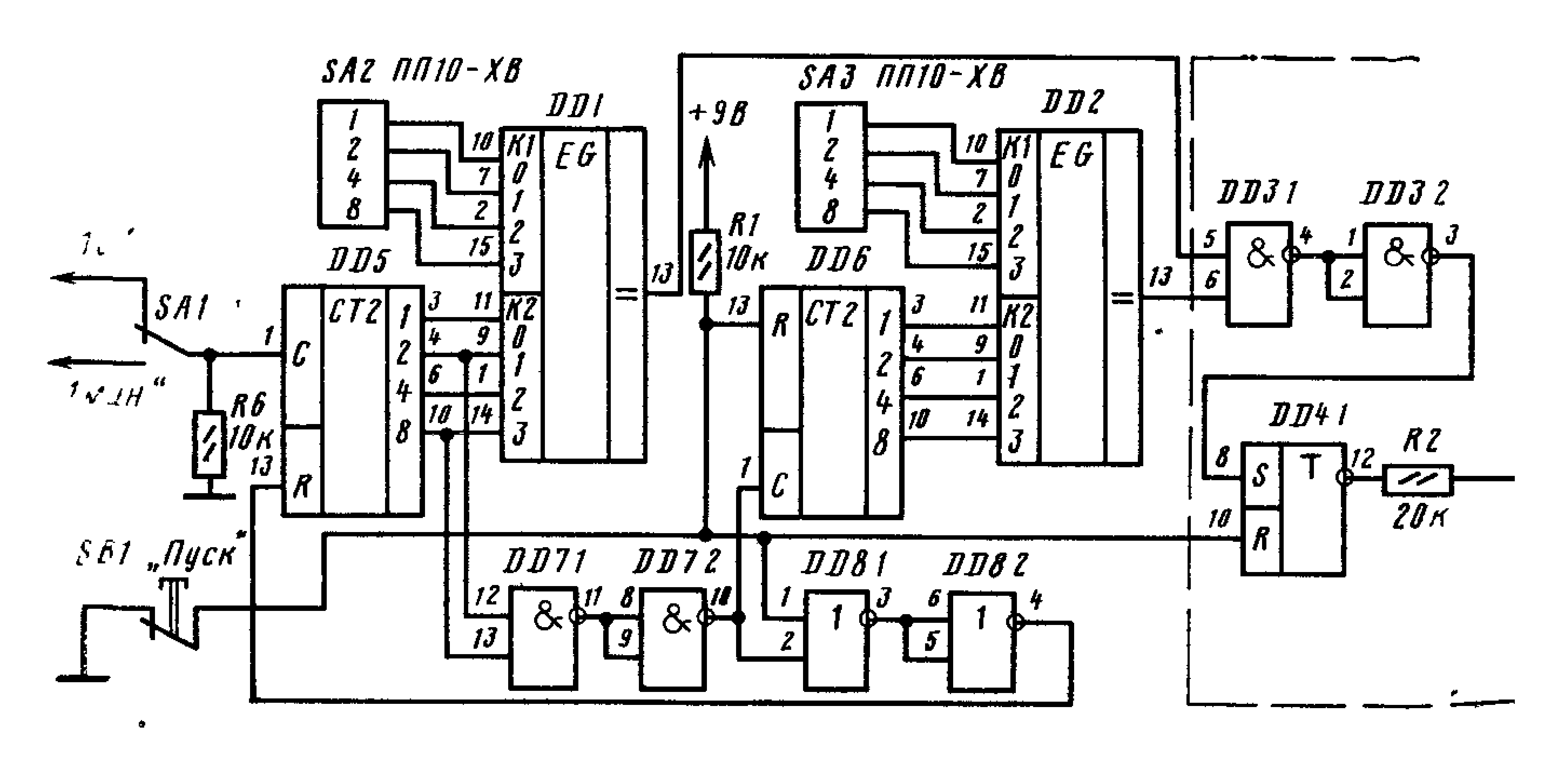



Рис 53 Реле времени с переключателями типа

чает триггер в единичное состояние и открывает транзистор VT1. Транзистор VT2 и тринистор VS1 при этом закрываются, а лампа накаливания EL1 гаснет

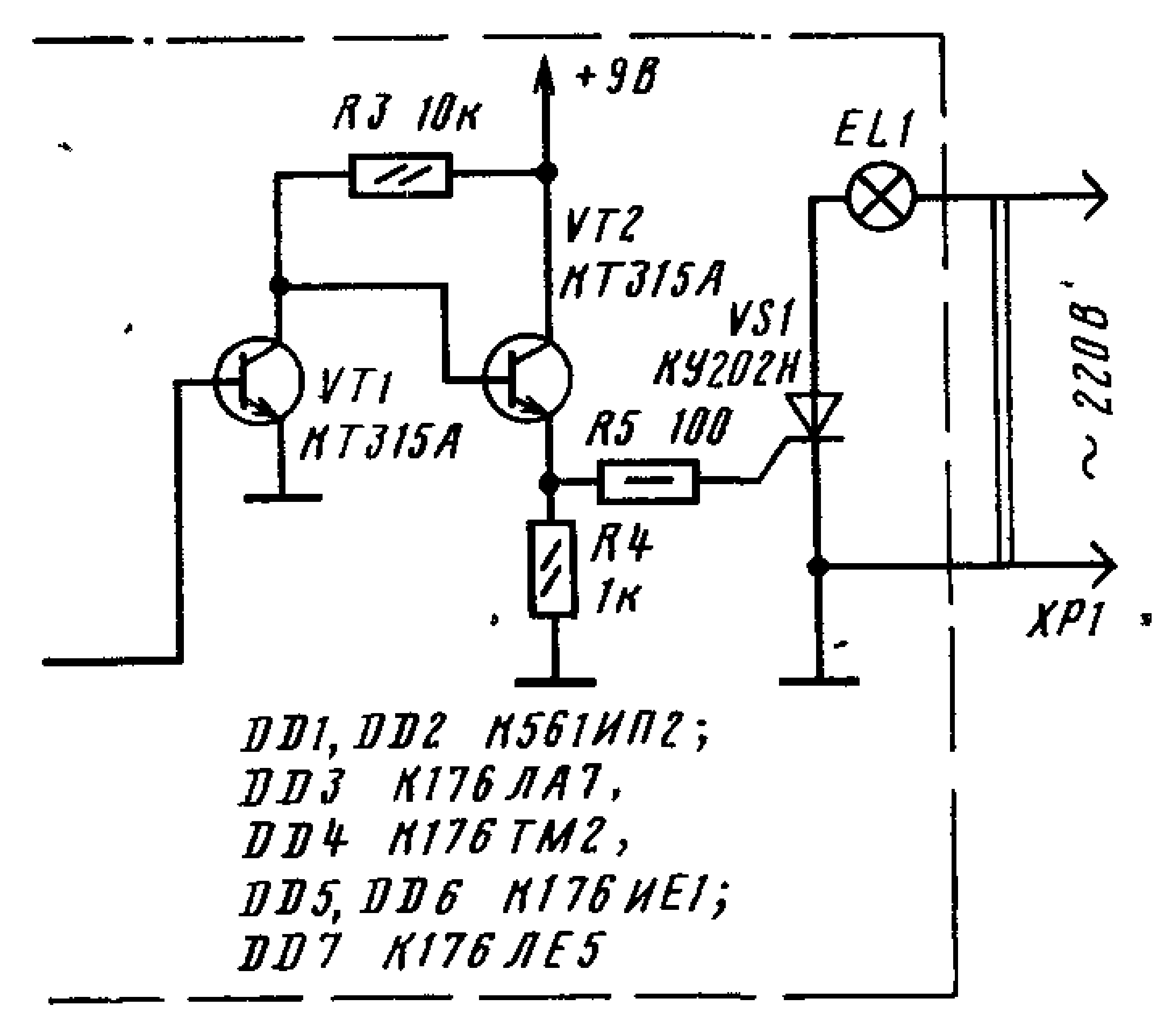
Для повторного запуска реле времени надо кратковременно нажать на кнопку SB1.

Входную часть такого варианта реле времени можно смонтировать на плате размерами 90×45 мм (рис. 52,*а*), а детали исполнительной части, обведенной на схеме штрих — пунктирными линиями, на плате размерами 90×25 мм (рис. 52,*б*). Галетные переключатели SA2 и SA3 можно заменить кнопочными типа П2К

Если в распоряжении радиолюбителя окажутся переключатели типа ПП10-ХВ (или аналогичные им), тогда реле времени можно выполнить по схеме, приведенной на рис. 53. Печатная плата задающей части такого автомата и соединение деталей на ней показаны на рис. 54. Исполнительная часть, обведенная на схеме штрих-пунктирными линиями, является повторением аналогичной части автомата по рис. 51.

Переключателями ПП10-ХВ (SA2, SA3) устанавливают в десятичном коде необходимые выдержки времени, они же служат и индикаторами этих выдержек. Информация о длительности выдержки, снимаемая с выходов переключателей в двоичном коде, поступает на входы четырехразрядных элементов сравнения DD1 и DD2 микросхем К561ИП2 Одна такая микросхема может сравнить одновременно четыре пары сигналов, поступающих на ее входы. Поэтому выходы каждого переключателя ПП10-ХВ соединены четырьмя проводами с входами соответствующего ему элемента сравнения. Другие аналогичные входы микросхем DD1 и DD2 соединены с выходами счетчиков DD5 и DD6 Выходные сигналы микросхем DD1 и DD2 объединяются элементом DD3.1 и через инвертор DD3.2 подаются на вход S D-триггера DD4.1, а от него — к исполнительной части реле времени. При нажатии на кнопку SB1 счетчики DD5 и DD6 обнуляются, триггер DD4.1 принимает нулевое состояние и напряжением низкого уровня с его инверсного выхода закрывается транзистор VT1, открывая транзистор VT2 и тринистор VS1. При этом загорается лампа EL1 (см. рис. 53).

Сразу же после отпускания пусковой кнопки счетчик DD5 начинает считать импульсы, поступающие на его вход C от внешних электронных часов или таймерного устройства. После 10 импульсов на его выходах 2 и 8 (выводы 4 и 10) одновременно появляются напряжения высокого уровня, которые далее поступают на входы элемента DD7.1. С выхода инвертора DD7.2 напряжение высокого уровня поступает одновременно на вход C счетчика DD6 и (через элементы DD8.1 и DD8.2) на вход R счетчика DD5. Это напряжение счетчик DD6 воспринимает как один импульс, что соответствует каждому десятому импульсу, поступившему на вход счетчика DD5.




ПП10-ХВ

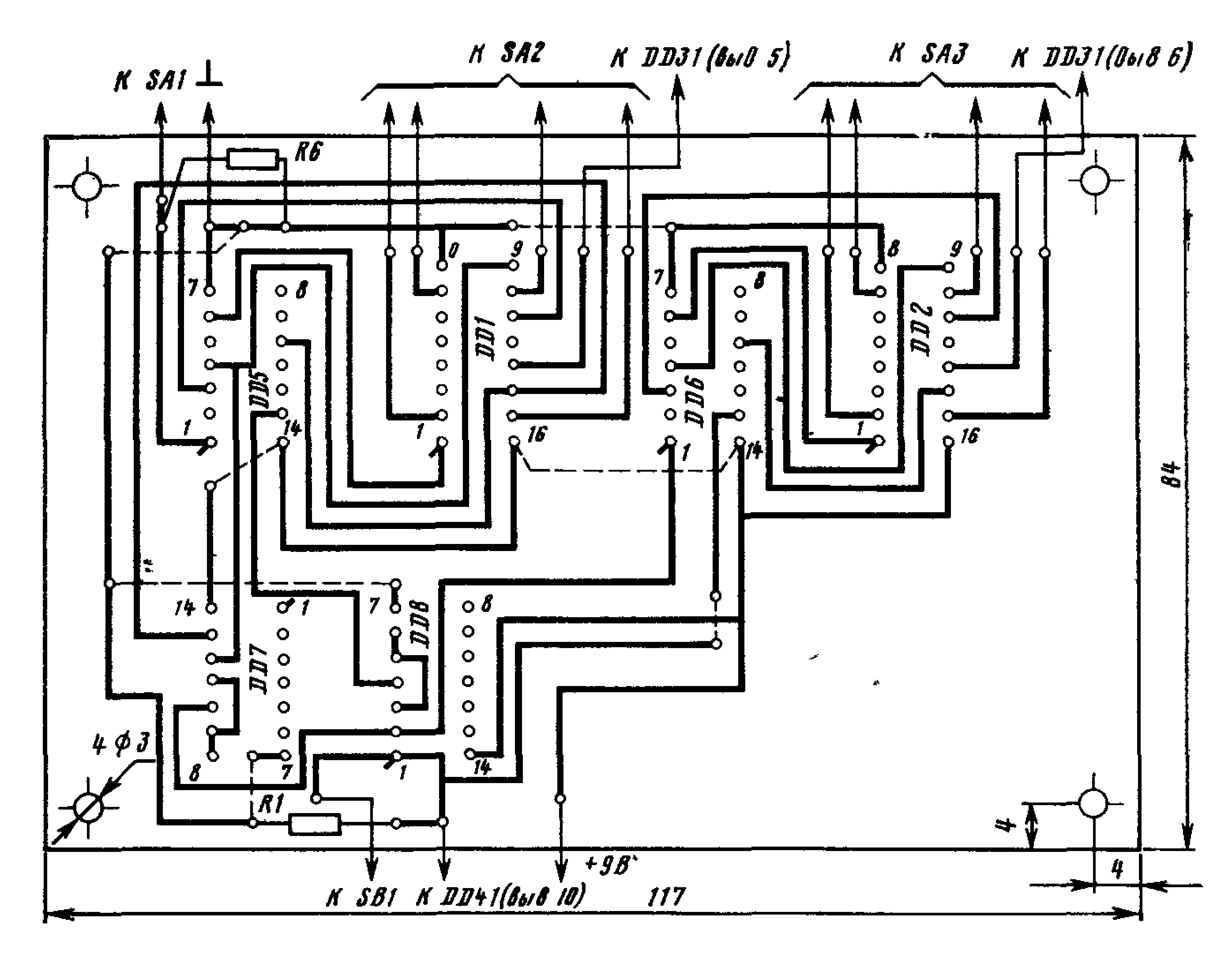


Рис. 54. Монтажная плата задающей части реле времени

Элементы DD8.1 и DD8 2 обеспечивают возможность обнуления счетчика DD5 как в автоматическом режиме — сигналами с его выходов 2 и 8, так и вручную путем размыкания контактов кнопки SB1.

Информация о числе импульсов, поступивших на входы счетчиков DD5 и DD6 с их выходов в двоичном коде, поступает на входы элементов сравнения микросхем DD1 и DD2. Как только общее число импульсов, поступивших на входы счетчиков DD5, DD6, станет равным числу импульсов, заданных на переключателях SA2 и SA3, на выходах микросхем DD1 и DD2 одновременно появляются напряжения высокого уровня. Теперь триггер DD4 1 переключается в противоположное состояние и напряжением высокого уровня на инверсном выходе открывает транзистор VT1. Транзистор VT2 и тринистор VS1 закрываются, лампа EL1 гаснет.

Кроме электронных часов или таймерного устройства источником секундных или минутных импульсов могут служить генераторы на логических элементах, например микросхемы К176ЛА7. Примером может служить генератор на микросхеме DD1 (см. рис. 8) формирователя звуковых сигналов, о котором говорилось выше. Надо только соответствующим образом подобрать величины входящих в него резистора R1 и конденсатора C1. Так, например, если емкость конденсатора C1 выбрать равной 130 мкФ, то для получения секундных импульсов сопротивление резистора R1 должно быть 24 кОм, а минутных — около 1,5 МОм

Полезным для фотолаборатории может оказаться автомат, выдающий через определенные промежутки времени звуковые сигналы, например через каждую минуту или 5 мин. Он к тому же может стать хорошим дополнением реле выдержки времени. Схема возможного варианта такого устройства приведена на рис. 55. Оно состоит из двух взаимосвязанных реле времени, в одном из которых (на транзисторе VT1) времязадающим элементом служит конденсатор C1, во втором (на транзисторах VT2, VT3) — конденсатор C3. Первое реле времени определяет периодичность повторения звукового сигнала, второе — его длительность.

В исходном состоянии (в момент включения питания) конденсаторы C1 и C3 разряжены, транзисторы VT1 и VT7 закрыты, а транзистор VT3 открыт и напряжением высокого уровня на эмиттере открывает ключевой элемент DD2.1. Импульсы генератора, выполненного на элементах DD1.1—DD1.3 микросхемы К176ЛЕ5, поступают через элементы DD2.1 и DD2.2 на вход усилителя, собранного на транзисторах VT4 и VT5, усиливаются им и преобразуются головкой BA1 в звуковой сигнал.

Частота выходного сигнала генератора может быть 1,5...2 кГц Частота этого сигнала определяется емкостью конденсатора C2 и сопротивлением резистора R5, а длительность — параметрами элементов реле времени на транзисторах VT2, VT3. Как только конденсатор C3 зарядится до напряжения открывания транзистора VT2, тут же закроются транзистор VT3 и ключевой элемент DD2 1 — прекратится подача звукового сигнала.

Конденсатор C1 первого реле времени продолжает заряжаться. При напряжении на нем, соответствующем открыванию транзистора VT1, срабатывает реле K1 типа РЭС10 (паспорт РС4.524 302) и своими контактами K1.1 шунтирует и разряжает конденсатор C1, а контактами K1.2 — конденсатор C3. С этого момента устройство принимает исходное состояние и описанные процессы повторяются, пока не выключат питание. При номиналах резисторов R1—R4 и конденсатора C1, указанных на схеме, звуковой сигнал длительностью 1 с будет повторяться через интервалы времени 3, 6, 30 с и 1 мин, соответственно.

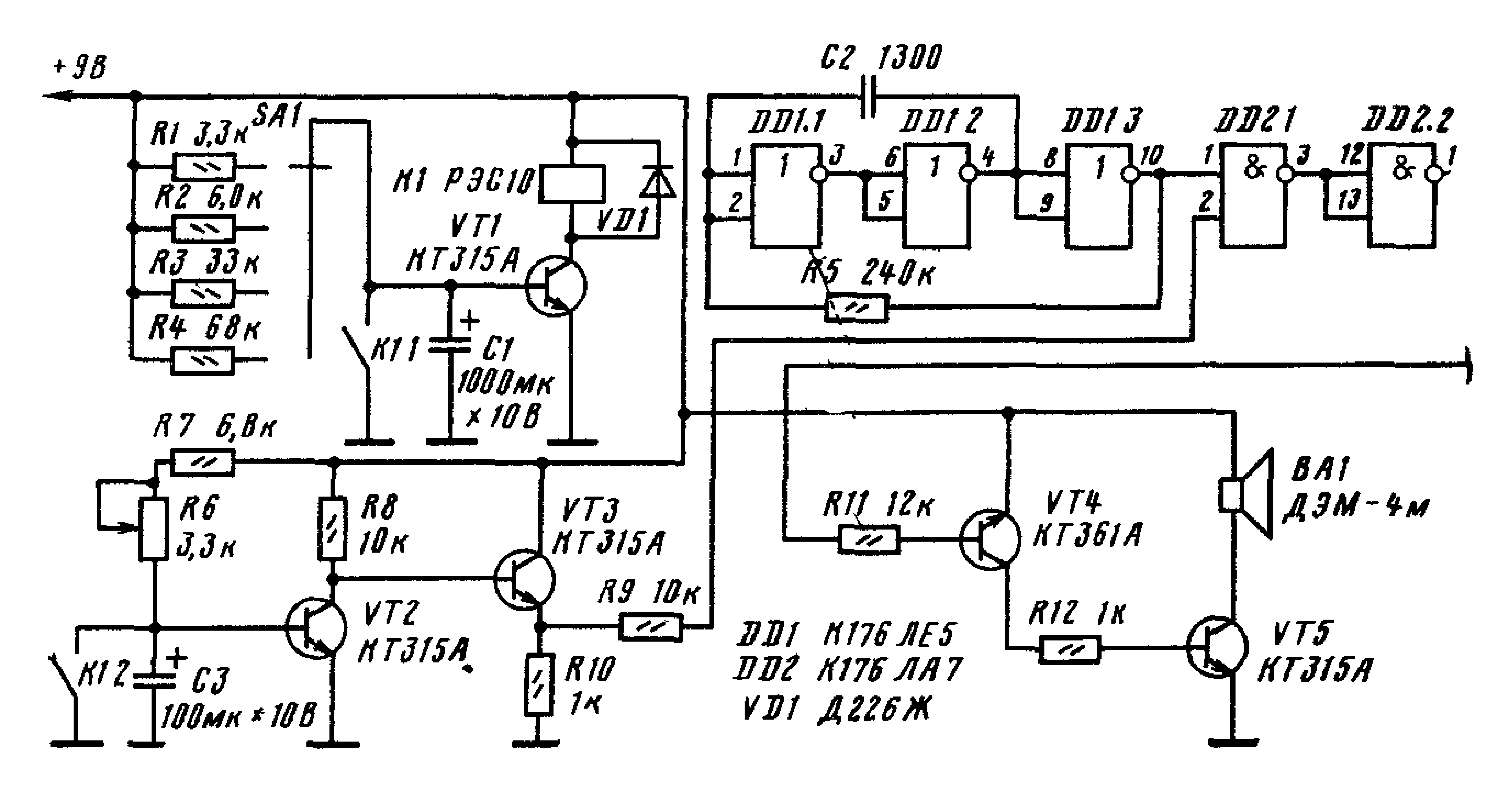



Рис. 55. Схема перестраиваемого автомата со звуковой сигнализацией

Подбором деталей генератора и времязадающих цепей можно в широких пределах изменять промежутки времени выдачи звуковых сигналов различной тональности и длительности.

## Фотоэкспозиметр

Длительность выдержки освещения фотобумаги при фотопечати зависит от плотности негатива. В экспозиметрах, служащих для определения этой выдержки, в качестве датчиков используют обычно фоторезисторы или фотодиоды, включая их в одном из плеч сбалансированного электроизмерительного моста. В одну из диагоналей моста включают источник питания, в другую — измерительный прибор, шкалу которого градуируют в единицах времени, например в секундах. При различной освещенности соответственно изменяются степень разбалансировки моста и показания измерительного прибора. Если в качестве фотодатчика использовать фоторезистор ФС2-12, его сопротивление при различной освещенности фотобумаги, зависящей главным образом от плотности негатива, будет изменяться примерно от 20 до 60 кОм. Этого вполне достаточно для любительского измерителя выдержек — фотоэкспозиметра.

В основу работы предлагаемого экспозиметра (рис. 56) положен принцип фотореле. Фотодатчик BL1, сопротивление которого зависит от освещенности фотобумаги, включен в цепь зарядки конденсатора C1. Во время его зарядки импульсы с генератора, собранного на элементах микросхемы DD1, поступают на вход двухразрядного счетчика, в котором работают микросхемы DD2 и DD5. По числу отсчитанных импульсов судят об освещенности фотодатчика и и длительности выдержки времени при фотопечати.

При одновременном включении питания выключателем SA1 и нажатии на пусковую кнопку SB1 через конденсатор C2 на вход S триггера DD3.1 и входы R счетчиков DD2, DD5 подается напряжение высокого уровня. Счетчики при этом обнуляются, а на инверсном выходе триггера появляется напряжение высокого уровня, открывающее ключ DD4.1. Через этот ключ DD4.1 и инвер-

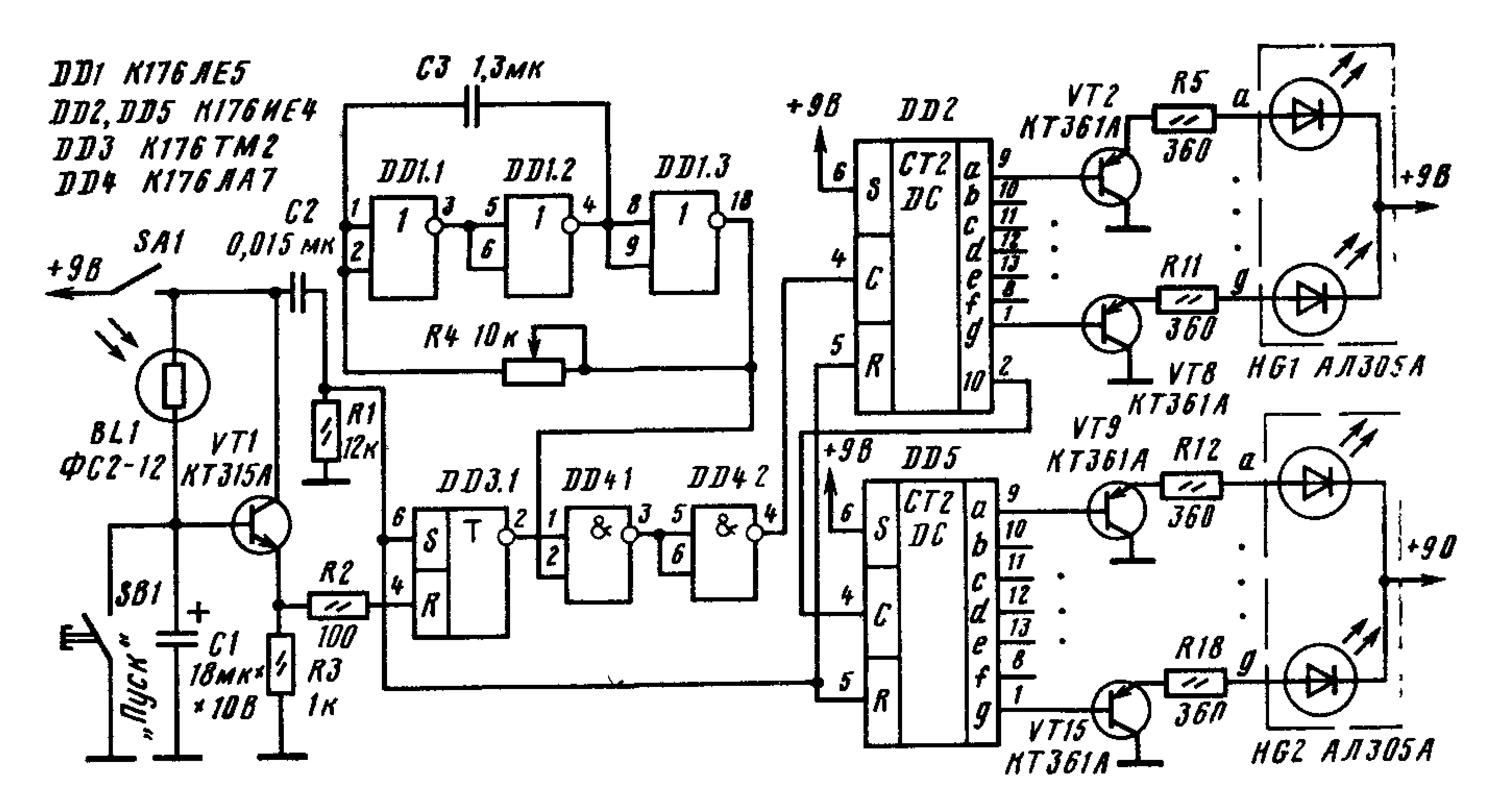



Рис. 56. Принципиальная схема экспозиметра

тор DD4.2 импульсы генератора, собранного на микросхеме DD1, поступают на вход двухразрядного счетчика DD2. Счетчик DD2 считает единицы, а DD5 — десятки импульсов. Информация с выходов счетчиков поступает на соответствующие им семисегментные индикаторы HG1 и HG2. Для согласования выходов счетчиков и входов индикаторов использованы транзисторы VT2—VT15, работающие в ключевом режиме.

Число импульсов, фиксируемое индикаторами, зависит от времени зарядки конденсатора C1, что, в свою очередь, определяется степенью освещенности фотодатчика BL1.

Перед каждым измерением выдержки необходимо кратковременно разомкнуть контакты выключателя SA1, чтобы устройство обесточить и одновременно (тоже кратковременно) замкнуть и тут же разомкнуть контакты кнопки SB1.

Для удобства эксплуатации автомата желательно, чтобы индикаторы показывали сразу величину требуемой выдержки, например в секундах. Этого легко можно добиться, меняя частоту генератора, собранного на микросхеме DD1. Частоту генератора легко менять, изменяя сопротивление резистора R4. Для этого резистор R4 лучше взять переменным. Если емкость конденсатора С выбрать равной 10 мкФ, то при изменении сопротивления фотодатчика в пределах 10...60 кОм (при изменении освещенности от максимальной до минимальной), время зарядки конденсатора будет изменяться в пределах от 100 до 600 мс. Если частоту генератора выбрать равной 33 Гц, взяв емкость конденсатора C3 равной 1,3 мкФ и сопротивление резистора R4 равным 7,5 кОм, то величина выдержек на индикаторах будет меняться при различной освещенности фотодатчика в пределах от 3 до 20 с, что близко к реальным значениям. Для корректировки показаний индикаторов можно либо менять частоту генератора, либо последовательно с фотодатчиком BL1 включать переменный резистор сопротивлением около нескольких десятков килоом. Подбирая сопротивление этого переменного резистора, можно максимально приблизить показания индикаторов к реальным. Кроме того, подключая параллельно либо последовательно с фотодатчиком BL1 различные переменные резисторы, можно обеспечить корректировку показаний индикаторов в зависимости от типа используемой фотобумаги, типа проявителя и т. п.

При желании и, конечно, наличии необходимых деталей можно смонтировать экспозиметр, автоматически определяющий выдержку в зависимости от плотности негатива, размера фотоснимков, и т. д. и запускающий реле времени на необходимую выдержку. На рис. 57 приведена схема одного из возможных вариантов построения такого фотоэкспозиметра. Он совмещает в себе предыдущий фотоэкспозиметр (по схеме рис. 56) и исполнительную часть реле времени, знакомого вам по схеме рис. 53. Дополнительно параллельно входу счетчиков DD2 и DD5 (рис. 56) подключен вход счетчиков DD3 и DD5 (рис. 57), и введено устройство сравнения, выполненное на элементах микросхем К561ИП2 (DD4, DD6). С выхода этого устройства (вывод 13 DD4 и вывод 13 DD6 на рис. 57) разрешающие сигналы подаются на выводы 5 и 6 DD3.1 (рис. 53).

В начальный момент (до подачи питания в схему) контакты переключателя SA1 и кнопки SB1 (рис. 56) разомкнуты.

При одновременном включении питания и нажатии на кнопку SB1 контакты SA1 замыкаются, подавая напряжение питания в схему, а конденсатор C1

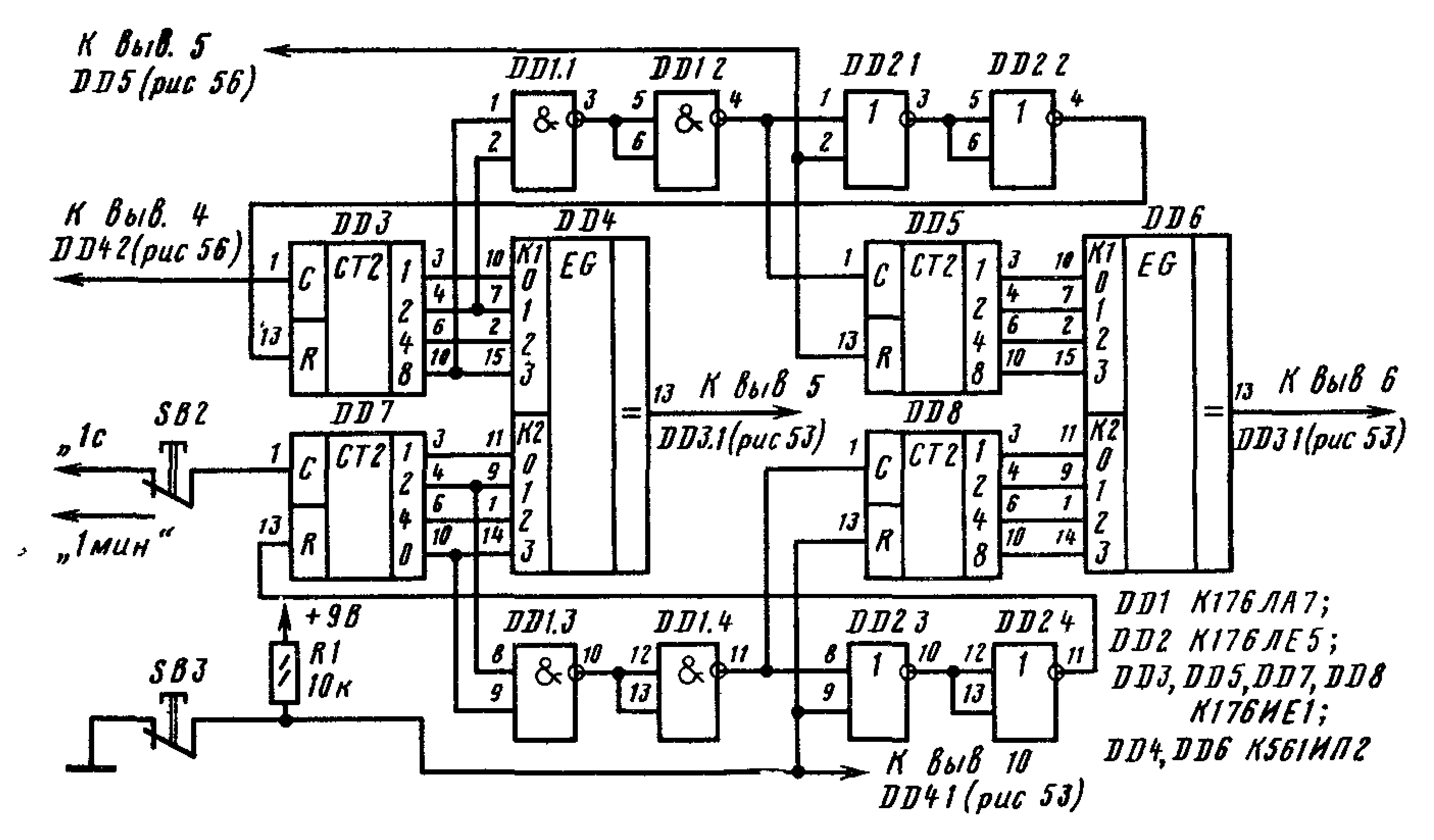



Рис. 57. Схема автоматического экспозиметра

разряжается. Импульс зарядного тока конденсатора C2 попадает на вход S триггера DD3.1 (рис. 56) и входы R счетчиков микросхем DD2, DD5 (рис. 56) и DD3, DD5 (рис. 57). Напряжением высокого уровня с инверсного выхода триггера DD3.1 (рис. 56) открывается ключ DD4 1, и импульсы от генератора начинают поступать на счетчики микросхем DD2 (рис. 56) и DD3 (рис. 57). Первый счетчик обеспечивает индикацию числа поступивших импульсов; второй — выдает информацию на схему сравнения микросхемы DD4 (рис. 57). Одновременно с началом отсчета импульсов счетчиками через фоторезистор BL1 начинает заряжаться конденсатор C1 Как только напряжение на нем станет равным напряжению открывания транзистора VT1 (рис. 56), последний открывается, и напряжением высокого уровня через резистор R2 переводит триггер DD3.1 в такое его состояние, при котором напряжение высокого уровня на его выводе 2 пропадает. При этом ключ микросхемы DD4.1 закрывается и прекращает доступ импульсов от генератора к счетчикам микросхем DD2 (рис. 56) и DD3 (рис 57). Отсчет выдержки на этом заканчивается Информация о ее величине оказывается высвеченной на индикаторах и поданной на схему сравнения При нажатии на кнопку SB3 (рис. 57) счетчики микросхем DD7 и DD8 (рис. 57) и триггер DD4.1 (рис. 53) обнуляются, и секундные (или минутные) импульсы через соответствующие замкнутые контакты кнопки SB2 (рис. 57) начинают поступать на вход счетчика микросхемы DD7 (рис. 57). Одновременно из-за изменения состояния триггера DD4.1 при обнулении напряжение высокого уровня на его выходе исчезает и транзистор VT1 (рис. 53) закрывается. При этом открываются транзистор VT2 и тринистор VS1 (рис. 53). Лампа накаливания EL1 загорается, и начинается экспозиция. Как только число импульсов, поступивших на входы счетчиков микросхем DD7 и DD8 (рис. 57), сравняется с числом импульсов, поступивших на входы счетчиков микросхем DD3 и DD5 (рис. 57), выходными сигналами со схемы сравнения (выводы 13 DD4 и DD6 на рис. 57) через элементы микросхемы DD3 и

триггер DD4.1 (рис. 53) открывается транзистор VT1. При этом закрываются транзистор VT2 и тринистор VS1. Лампа EL1 гаснет. Экспозиция закончена.

Если нужно повторить данную экспозицию, то нажимают однократно на кнопку SB3 (рис. 57). При этом процессы повторяются. Если изменился негатив, т. е. изменилась освещенность фотобумаги, то вначале нужно однократно нажать на кнопку SB1 (рис. 56), чтобы обесточить схему и разрядить конденсатор C1, а затем (после высвечивания цифр на индикаторах) однократно нажать на кнопку SB3 (рис. 57).

Для удобства работы с экспозиметром основание фотоэкспозиметра, на которое кладется фотобумага, желательно сделать из стекла. Тогда фотодатчик можно поместить под стеклом. Для повышения точности работы экспозиметра желательно иметь не один фотодатчик, а несколько и разместить их желательно равномерно по всей площади предполагаемого фотоснимка. В этом случае определяется информация о средней освещенности всего поля фотоснимка. Если фотодатчик выбрать «точечным», т. е. небольших размеров, то экспозиметр будет определять освещенность только того небольшого участка поля фотоснимка, который попадает на фотодатчик. Однако в ряде случаев, когда требуется определение выдержки исходя из пропечатки какого-то определенного небольшого участка изображения, наилучшим вариантом представляется одиночный фотодатчик, так как при этом его можно поместить именно в том месте изображения, освещенность которого нас интересует. Поэтому наилучшим вариантом будет экспозиметр с двумя типами датчиков. Датчики можно переключать при помощи кнопочного переключателя. Чтобы при этом градуировку автомата сохранить неизменной, достаточно добиться, чтобы общее сопротивление суммы нескольких фотодатчиков было равным сопротивлению одиночного датчика. Этого можно добиться, если воспользоваться фотодатчиками одного типа (желательно одной партии). В крайнем случае, с помощью ампервольтомметра их можно подобрать одинаковыми по сопротивлению. Чтобы сопротивление нескольких датчиков сделать равным сопротивлению одного датчика можно воспользоваться параллельно-последовательным соединением фотодатчиков. Например, если взять четыре фотодатчика и соединить их парами последовательно, а затем полученные пары соединить параллельно, то их общее сопротивление будет равным сопротивлению одного фотодатчика.

## Список литературы

1. Алексеев С. Применение микросхем серии К176//Радио. — 1984. — № 4. — С. 27.
2. Алексеев С. Применение микросхем серии К176//Радио. — 1984. — № 5. — С. 39.
3. Власов Я., Соловьев В. Электронный указатель поворотов для автомобиля// В помощь радиолюбителю. — М.: ДОСААФ, 1964, Вып. 19. — С. 56.

## Содержание

45 к.

МРБ

# Бытовые электронные автоматы

Издательство «Радио и связь»